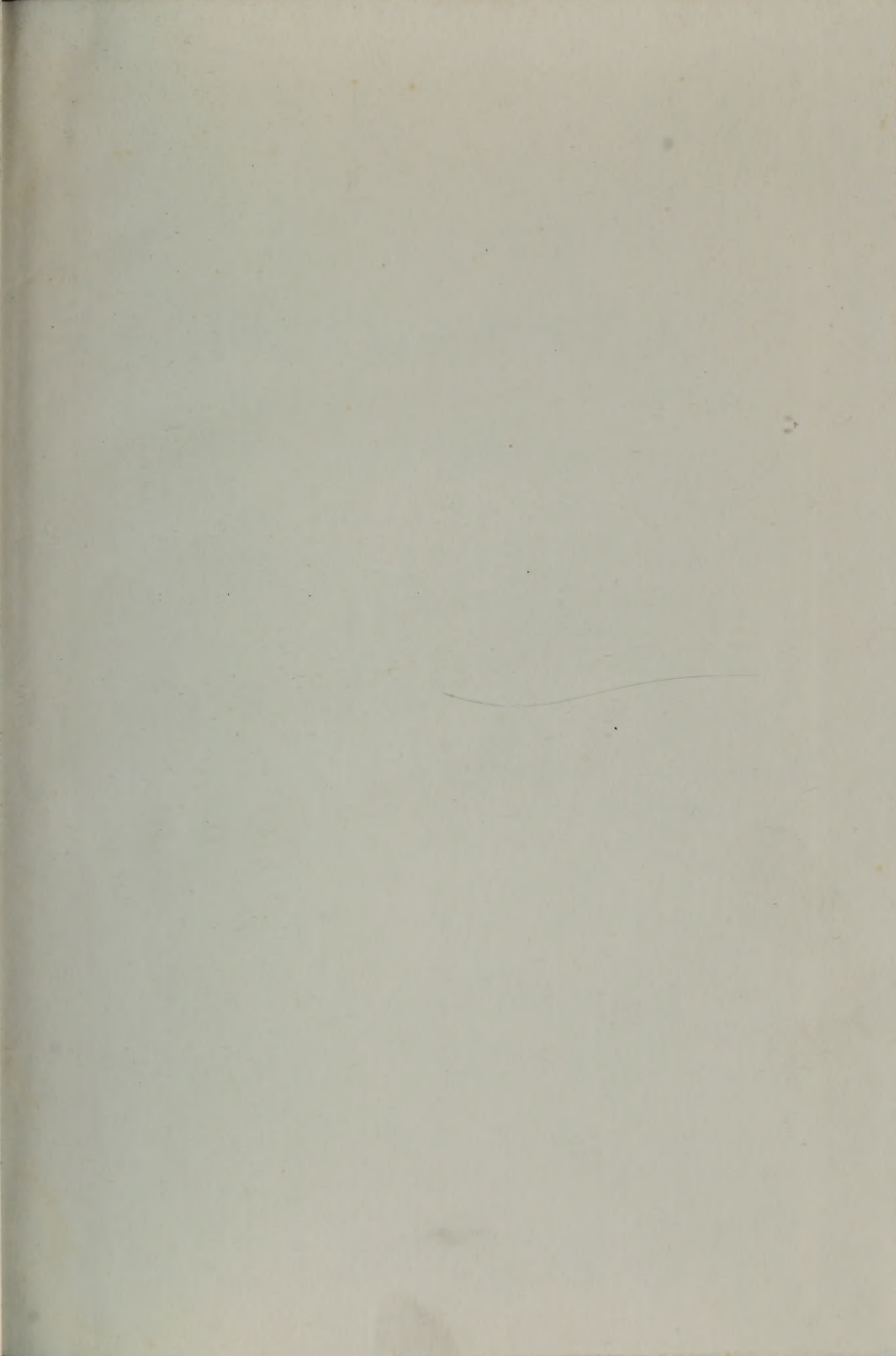
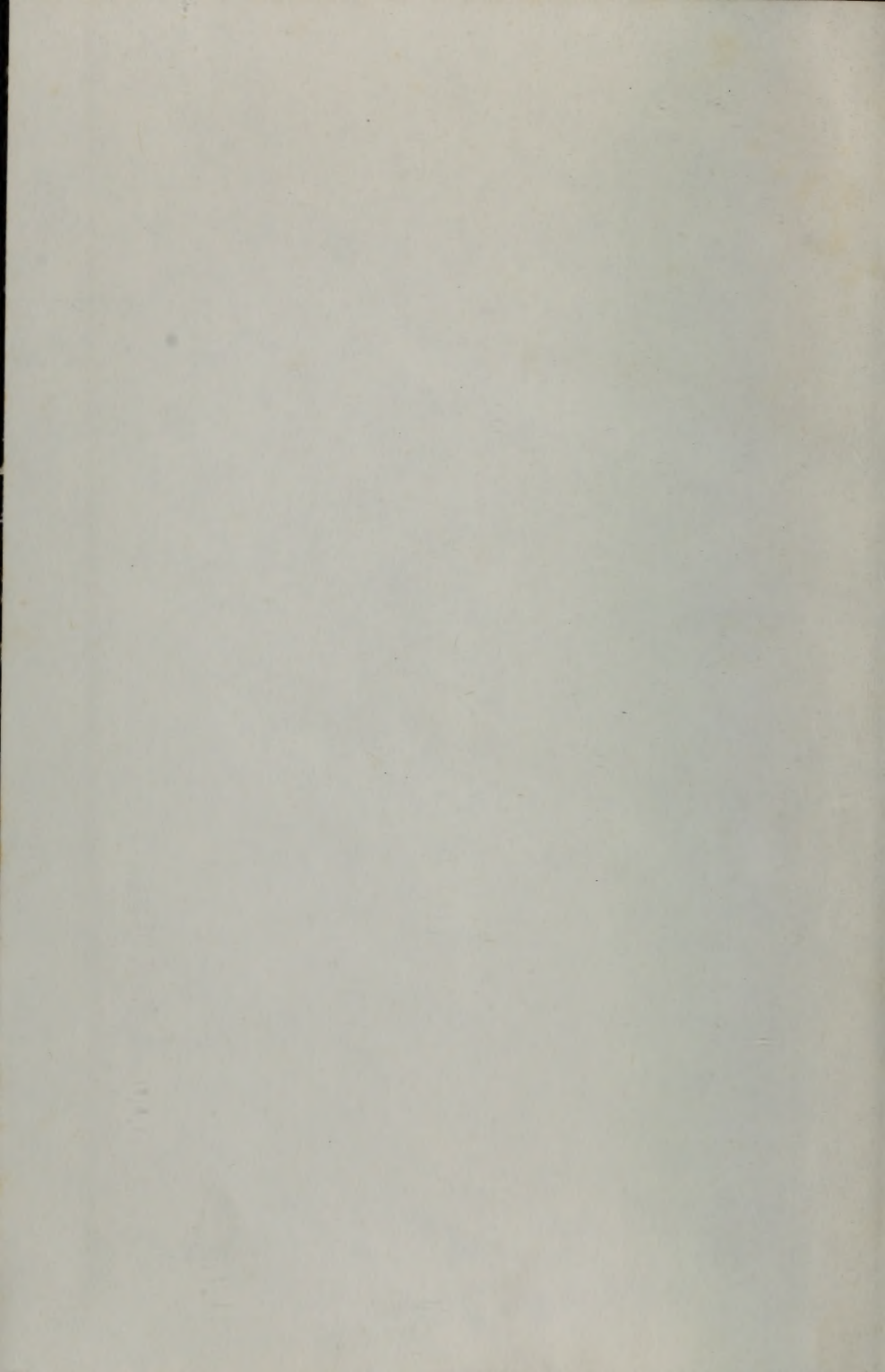


中国生物 防治的进展

农牧渔业部植物保护总论编

农业出版社





58.181

201

中国生物防治的进展

农牧渔业部植物保护总站编



农业出版社

中科院植物所图书馆



S0017466

中国生物防治的进展

农牧渔业部植物保护总站编



中国生物防治的进展

农牧渔业部植物保护总站编

农业出版社出版(北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行

兰州新华印刷厂印刷

850×1168毫米32开本 14印张 358千字

1984年2月第1版 1984年2月甘肃第1次印刷

印数 1—5,900册

统一书号 16144·2640 定价 3.90 元

前言

生物防治作为综合防治体系中一个必不可少的组成部分，日益受到重视。党中央明确指出“要积极推广生物防治”。几年来，我国的生物防治获得了较大的进展。在一些科学研究单位和省、市植保站，建立了生物防治试验机构，生物防治的技术力量正在逐步增强，在生物防治的许多方面都取得了较好的成绩，生物防治的路子越走越宽。

我国有丰富的天敌资源。一九七九年农业部组织全国开展天敌资源的调查，一九八〇年又经国家农委批准，将天敌资源调查纳入了全国农业自然资源调查，得到了各方面的重视和支持，这项工作已取得了一定成效，尚需继续向纵深发展，它将为科学地开发利用我国丰富的天敌资源创造条件。目前，自然天敌的保护利用已受到人们的关注，不少地区已将保护利用自然天敌作为制定粮、棉等作物病虫害综合防治的重要内容。实践证明，生物防治能够降低农药费用，减少环境污染，深受群众欢迎。为了进一步提高生物防治的效果，不少科技人员正在积极地进行天敌优势种群保护利用的研究。

益虫益螨的人工繁殖工作有新的进展。继人工繁殖平腹小蜂防治荔枝蜡象、金小蜂防治红铃虫等之后，七十年代以来，东北、华北地区不少单位利用我国丰富的柞蚕资源繁殖赤眼蜂防治玉米螟、苹果卷叶蛾、松毛虫等多种害虫，已在生产上大面积推广。四川、广东利用捕食螨防治柑桔叶螨，上海新发现的拟长毛钝绥螨也在开展人工繁殖和利用研究，获得了令人满意的效果。为了增加有益昆虫利用的种类，人工饲养昆虫的研究工作也有了进

目 录

让生物防治在综合防治中发挥更大的作用.....

..... 中国农业科学院生物防治研究室 邱式邦 (1)

天敌资源调查和保护利用

对开展天敌资源调查和保护利用的认识和体会.....

..... 湖北省生物防治实验站 (13)

玉米田天敌种类及其对主要害虫的控制作用.....

..... 山东省农业厅植物保护总站 (20)

长沙地区稻田昆虫群落动态的研究.....

..... 湖南农学院植保研究室昆虫生态组 (38)

广州市郊白沙大队稻田害虫天敌资源调查研究.....

..... 广东省广州市市郊区害虫
天敌资源联合调查试点组 (51)

稻田蜘蛛的保护和利用.....

..... 湖南师范学院生物系 (66)

稻飞虱、叶蝉几种主要寄生蜂的生物学特性及其保护利用

..... 浙江省温州地区 金行模 张纯胄 (84)
农业科学研究所 黄信飞 李妙寿

稻纵卷叶螟的寄生天敌及其保护利用.....

..... 浙江省吴兴县农业科学研究所 程忠方 (102)

棉田害虫天敌资源调查.....

..... 河北省植保土肥研究所 王德安 李晓珍 (120)
河北省望都县寺庄大队 张进旗 左俊玲

保护利用自然天敌,开展棉虫综合防治.....

..... 江苏省盐城地区植保植检站 (139)
大丰县植保站 大桥公社农科站

农田蛙类的保护利用..... 浙江省缙云县农业局 李思椿(151)

科学使用农药,协调天敌的保护与利用.....

..... 浙江省农业厅 张佐生(167)

益虫益螨的人工繁殖与释放

应用赤眼蜂防治玉米螟

..... 北京市植物保护站 张燕力 索宗芬 李国强(178)

人工饲料饲养蓖麻蚕的研究.....

..... 广东省农业科学院植保所 刘志诚 吴锦泉 王贵儒
..... 广州市生物防治站 伍时谦 邱锡林 谭丽婵(214)
..... 广东省顺德县沙滘公社 陈德金 曾继初 梁裕芬
生物防治站

米蛾饲养与利用研究.....

..... 山西省农科院植保所 史光中 周运宁 赵俊生(232)

利用平腹小蜂防治荔枝枝蟪象.....

..... 中山大学 蒲蛰龙 (251)
..... 广东省昆虫研究所 黄明度

利用捕食螨防治柑桔红蜘蛛.....

..... 中国农业科学院柑桔研究所 张格成(278)

利用和保护钝绥螨防治柑桔红蜘蛛.....

..... 广东省昆虫研究所 麦秀慧 黄明度 (310)
李树新 熊锦君

拟长毛钝绥螨生物学及应用的研究.....

..... 上海市植保植检站 复旦大学生物系 (327)
..... 宝山县植保植检站 刘行公社农科站

有益微生物的应用

苏云金杆菌的工业生产和应用.....

..... 湖北农科院植保所 彭中允 吕淑珉 刘承浩 (341)
徐荣春 黄炳高 朱光银

应用细菌农药防治粮棉害虫的研究	
..... 河北省农科院植保土肥研究所菌药组(359)	
利用昆虫病毒防治害虫	武汉大学病毒学系 梁东瑞(370)
白僵菌的生物学、制剂生产及其应用	
..... 吉林省农业科学院植保所 徐庆丰(405)	
我国利用抗生素防治农作物病害的进展	
..... 中国农业科学院 尹莘耘(424)	

让生物防治在综合防治中发挥更大的作用

中国农业科学院生物防治研究室 邱式邦

近年来生物防治工作有了不少进展，越来越多的人认识到它的重要性。党中央指出：“要积极推广生物防治”，一九八〇年国家农委批准将天敌调查工作纳入全国农业自然资源和区划调查计划，中央和地方的生防机构有了加强，生物防治总的形势是好的。当然也存在一些问题，例如由于发展太快，经验不足，有些工作搞得不够扎实。但当前主要的问题是对生物防治和综合防治的认识问题。今天准备谈谈近年来生防工作的进展情况，并对生防工作的认识问题，谈谈个人的看法。

一、生物防治在综合防治中的地位

自从一九七四年全国农作物主要病虫害综合防治讨论会在广东省韶关召开，一九七五年确定了“预防为主，综合防治”的植保工作方针以来，协调应用各种必要的手段来控制有害生物的思想更加明确。生物防治，作为综合防治的一个重要方面，也得到了较大发展。在国外，综合防治这一名词最早是指化学防治与生物防治二者的结合，以后，综合防治的含义，逐渐扩大，采用的措施也不断地丰富起来。综合防治不应被看成仅仅是防治手段的多样化，更重要的它是以生态学为基础的控制有害生物的战略思想。任何控制有害生物的设计，如果脱离了这一指导思想，采用的措施再多，也不能算是好的综合防治。

在“农药防治为主”时期，防治病虫只考虑当前的效果，很少

注意对生态环境的影响，结果引起了大家熟悉的环境污染，有害生物产生抗药性，杀伤天敌和害虫再猖獗等严重问题。以后，综合防治的战略思想发展起来。由于生物防治没有上述缺点，又容易与其它措施相配合，因而受到重视。近年来能源危机日趋严重，农药的原料，生产和使用都要用能源，提倡生物防治又成为节约能源的有效措施之一。

一九七四年全国农作物主要病虫害综合防治讨论会上，通过讨论，大家认为“综合防治要考虑经济、安全、有效。防治病虫害的目的是为了农业生产的高产稳产，要注意节省劳力，降低成本，增产增收。同时，也要注意保证人畜安全，避免或减少环境污染和其它有害副作用”。

美国农业部科教局病、虫、杂草综合治理一九八一至一九八五年五年规划中述：“本规划的制订，旨在减少病、虫、杂草所造成的损失，降低防治费用，改进环境质量和保护人民的健康及福利”。

十分明显，今天国内外的植保工作，在控制有害生物的同时，都普遍注意了生态学的问题，所以生物防治受到大家重视。

我们谈生物防治在综合防治中的重要地位，并不意味着在任何情况下，利用天敌能够单独解决一切植保问题或取代其它措施。但是由于天敌和抗病虫品种是自然界存在的控制病虫害的有效因素，利用这些因素往往不需要任何费用，它们不仅具备优良的特点，而且通过人们的主观努力，还能大大地加强它们控制病虫害的作用，所以在综合防治中应优先考虑和充分利用。

优先考虑与充分利用自然控制因素和以这些措施为主，不是一个概念。综合防治作为植保方针或战略思想也不宜提哪个措施为主。如果这样提会妨碍工作的开展。但在某些具体条件下，防治某一病虫害，指出采用哪一措施为主，对防治工作是有帮助的。当然这种“为主”也不可能是一成不变的。霍法格 (C. B. Huffaker) 和施密斯 (R. F. Smith) 在讨论综合防治时曾提到：“在没

有受到干扰的农田，许多有害潜力的害虫常常被天敌控制在一个低水平，在复杂的农业生态系统中，要求达到长远的控制多种害虫为害的目的，必须首先考虑天敌的作用。这不是小视了其它措施的重要性，考虑天敌是每一个正在发展中的或者成功的综合防治方案的基石。这不是说农药不能用了，而是指出在农药使用中，必须最小程度地干扰天敌”。

他们在讨论了美国害虫综合防治的各种措施之后，作了一个小结说：就整个综合防治的策略而言，各种防治措施的优先考虑次序如下：

1. 确定某一有害生物有没有必要防治和决定防治措施。

2. 加强生防措施的发展（包括天敌和抗性品种的利用，它们是核心）。

3. 农业防治应继续受到重视。

4. 发展选择性农药和选择性地使用非选择性农药（包括病原微生物制剂、激素和控制行为的化学制品）。

5. 其它尚未被普遍采用的措施（包括不育和控制，遗传等技术）。

今天，在我国有机氯农药的生产还占农药总产量的一半以上，不合理的施用农药的现象还普遍存在，对农药使用也还缺乏完善的法规和严格的执行制度的情况下，正确理解生物方法控制病、虫、杂草在综合防治中的地位，对促进综合防治工作的进一步发展，有着更加重要的意义。

二、在综合防治方针的指导下，生防工作有了较大发展

下面就近年来在综合防治方针的指导下，生防工作取得的一些进展，作一简短的叙述：

（一）天敌的保护工作受到了重视

充分发挥和利用自然控制因素来抑制有害生物是综合防治的基本措施，保护天敌是其中的一个主要方面。我国植保工作经历了一个“农药为主”时期以后，现在更多的人重视了天敌在农业生态系统中的作用，逐渐加深了对天敌保护工作的认识。生防工作者和化防工作者都注意了这项工作，并协调起来共同搞好这项工作，这不能不说是植保工作的明显进步。

浙江省新昌县的同志总结得好：“如果防治病虫害不注意怎样保护天敌，使用农药不考虑农业环境保护，搞植保工作忽视综合防治，发展农业生产不研究保持生态平衡，就必将走到‘农药越用越多，病虫害越来越严重’的邪路上去”。新昌县同志这一段话，实际上反映了各地植保工作者的共同认识。

近年来，在一些害虫的防治中，各地创造了不少保护天敌的办法。例如湖南、浙江等省的一些县，保护稻田蜘蛛，大大减轻了水稻遭飞虱和叶蝉的为害。湖南省采用春播期翻土拣蜘蛛卵块，移置田埂，松土保护，覆土防干；翻耕灌水时，撒放草把，将蜘蛛转入早播田等办法，一九七九年保护利用蜘蛛的面积即达100余万亩。广东、广西等省采用了不杀伤天敌的苏云金杆菌和改进施药方法，也使稻田的天敌得到了保护。

湖北、河南、江苏、安徽等棉区，过去棉蚜发生初期就打农药防治，杀死了瓢虫、草蛉、蜘蛛等天敌，现在控制了农药的使用，天敌得到了保护，充分发挥了作用，蚜害得以减轻，后期发生的棉虫，由于棉田保持了大量的天敌，也受到了抑制。

利用耕作栽培措施为天敌创造更好的生活和繁殖条件有着巨大的潜力。棉麦间作和扩大油菜和绿肥的面积，证明对瓢虫、草蛉等多种天敌有利，选择晴天无风的天气浇水，可以减少麦田瓢虫的死亡。浙江省缙云县在四月上、中旬青蛙产卵时期，正是草子田翻耕季节，大量蛙卵受到杀伤。该县建立了青蛙繁殖基地，把蛙卵和蝌蚪保护起来，经过一段时间，再放到大田里去。对繁殖田和大田还加强管理，由专人负责，保证水位和食料，改进农药与

化肥的施用技术，并严禁鸡鸭进入。

（二）人工繁殖利用的天敌昆虫和病原微生物的种类不断增加，大量繁殖的技术有了提高

被繁殖利用的天敌昆虫和病原微生物的种类不断增加：赤眼蜂每年放蜂的面积在1,000万亩上下，防治对象已经有玉米螟、稻纵卷叶螟、棉铃虫、松毛虫等。利用瓢虫防治棉蚜的面积有600万亩，平腹小蜂、金小蜂继续在生产上应用。近年来研究利用的天敌种类不断增加，例如利用草蛉防治蚜虫、棉铃虫、温室粉虱、苹果和柑桔上的螨类。利用捕食螨防治果树、蔬菜上叶螨取得较好效果，利用蚜茧蜂防治蚜虫和利用丽蚜小蜂及智利螨防治温室害虫的工作也在进行。利用胡蜂防治棉铃虫等也在一些棉区收到效果。至于正在研究和繁殖技术有待进一步提高的天敌则更多，这里不再一一列举。

在病原微生物中，苏云金杆菌和白僵菌仍是应用最广的两个菌种，防治面积达到几千万亩。现在蛱蝶乳状菌已在山东等地取得喜人的结果，赤座霉和虫霉菌以及昆虫微孢子病都在研究中。利用抗菌素不仅有效地控制了稻纹枯病、稻瘟病、谷子黑穗病等病害，还对蚜虫、柑桔锈壁虱和红蜘蛛有较好的防治效果。

昆虫病毒的研究进展较快，已从40多种害虫中分离到病毒，其中有核型多角体病毒、颗粒体病毒和质型多角体病毒。毒性较高的棉铃虫核型多角体病毒杀虫剂已研究成功，菜粉蝶颗粒体病毒制剂在20多个省市三万亩田间试验，防治效果可达75—95%，斜纹夜蛾核型多角体病毒的实验室生产已取得成功。

值得一提的是：在“以虫治虫”、“以菌治虫”、“以菌治病”之外，“以虫治草”的研究工作也已开始。三棱草是一种多年生恶性杂草，是稻田杂草群落中的优势种。新疆自治区发现一种尖翅小卷叶蛾幼虫，专门蛀食三棱草草心，笼罩试验结果证明其防治效果显著。该虫专食性很强，不取食水稻、小麦、玉米、大豆、棉花等作物，是一种较有希望的天敌。目前其大量繁殖工

作正在进行中。

大量饲养天敌昆虫的技术有了改进。为了节省劳力和提高功效，赤眼蜂的机械化生产已在广东、吉林、山西、北京等地推广。为了扩大寄生卵的来源和充分利用各地的优良蜂种，大量繁殖米蛾卵的技术已经试验成功，机械化生产的可能性已在北京、山西、江苏、广西等地进行研究。利用人工饲料饲养瓢虫、草蛉及寄主昆虫和利用人工假卵繁殖草蛉和赤眼蜂的工作也有进展。

（三）天敌的国外引种工作正在积极开展

向国外引进天敌是丰富本国天敌种类的好办法，在解决某些病虫、杂草问题上有着重要意义，国际上也有不少成功的实例。有些国家将国外引种作为生防的主要途径。我国过去这方面的工作做得很少，一直到二、三年前，从国外引入的天敌仅限于澳洲瓢虫、孟氏隐唇瓢虫、日光蜂、古巴蝇、苏云金杆菌等少数种类。近三年来，我国与美国、加拿大、墨西哥、日本、朝鲜人民共和国、澳大利亚、法国、英国、西德、瑞典、捷克等十一个国家进行了天敌交流，并引进了天敌90多种次，已初步看出有些天敌控制害虫的效果比较好。

例如一九七八年从英国温室作物研究所引进的丽蚜小蜂，在北京巨山农场、东升公社和河北省怀来县地热试验站进行试验，控制温室白粉虱的作用十分明显。

一九七八至一九八〇年先后从美国、捷克和澳大利亚引进的昆虫病原线虫，据广东、湖北、山东等省进行室内试验，对棉红铃虫、甘蔗紫螟、甘蔗条螟、土栖白蚁、玉米螟、菜青虫、甘蔗黑金龟子幼虫等均有良好的杀虫效果。

一九七九年从英国引入的大菜粉蝶颗粒体病毒防治菜粉蝶幼虫，在浙江省杭州室内及田间实验均获得显著效果，颇受菜农欢迎。

一九八〇年从美国引入的黄色花螬，对多种仓库害虫都有防

治作用。现已由华中农学院组织一些省的粮食科研单位开始繁殖利用。

(四) 害虫天敌资源调查方面做了大量工作

害虫天敌资源调查是开展综合防治的一项基本工作，近年来在农业部的号召和组织下，各省（区）市都开展了这项工作。初步查明了各地主要农作物主要害虫的主要天敌，并发现了不少可以利用的优势种，为进一步开展生物防治创造了有利条件。例如，我国姬蜂科有记录的种达900种以上。瓢虫科已鉴定的种有300种，远比日本和苏联为多。蚜茧蜂已发现100种以上。食蚜瓢虫、草蛉和赤眼蜂都发现有十几种。寄生蝇达400多种。农田蜘蛛153种。

广西、湖北分别查到天敌700多种，山东、河南、安徽、黑龙江等省也都查到500—600种以上。浙江省仅水稻害虫天敌已查到425种，山东省小麦害虫天敌93种，陕西省查到玉米害虫天敌43种，吉林省查到大豆害虫天敌101种，山西省查到果树害虫天敌203种，贵州省查到茶树害虫天敌198种，上海市蔬菜害虫天敌130种。

就一种害虫的天敌数来讲，水稻上飞虱、叶蝉的天敌有200种，三化螟天敌40种，二化螟天敌56种，安徽省查到纵卷叶螟天敌100种，湖北省查到棉铃虫天敌50种，粘虫天敌48种。

三、进一步搞好生防，推动综合防治工作

要进一步使生物防治在综合防治中发挥更大的作用，我们还有很多工作要做。下面提出几件当前应注意抓好的工作：

(一) 认真抓好天敌的保护工作

在自然界，天敌对害虫的发生起着巨大的控制作用，保护天敌一般并不需要增加费用，是害虫综合防治中的一项基本措施，应该在综合防治设计中优先考虑，普遍推行。农作物的布局、耕

种、灌溉、收获，病、虫、杂草的防治等等都与这一地区的天敌的消长有着密切的关系，所有这些农事活动，都要尽可能考虑避免杀伤天敌，并积极创造对天敌有利的条件，以促进他们的繁衍。为了把天敌保护的工作进一步做好，研究机构要加强保护天敌措施的研究，基层组织要因地制宜地订出切实可行的保护天敌的办法，大家遵守执行，不断总结提高。

（二）巩固和扩大业已推广的几种有效天敌的作用

在世界各国的生防工作中，有些天敌昆虫和病原微生物，它们的作用已得到公认，并已在大面积上推广，它们的潜力还很大，我们要特别注意这些“王牌”天敌。例如赤眼蜂，一九七六年苏联放蜂防治面积为一亿三千万亩，一九七八年增加到一亿四千五百万亩，一九八〇年又增加到一亿六千八百万亩，放蜂防治面积占生防总面积的60—70%。墨西哥一九七八年利用赤眼蜂防治的面积为三千万亩，占该年生防总面积三千七百五十万亩的80%。

我国利用赤眼蜂防治害虫已取得显著的效果。赤眼蜂是目前我国利用的天敌中防治面积最大的一个，一九七七年放蜂面积曾经达到一千万亩，占该年生防面积一亿亩的10%。我国利用赤眼蜂的工作，也赢得了国际上的赞扬，但是比起上述国家来，我国利用赤眼蜂防治害虫的面积还是很小的。更值得引起注意的是，近几年来赤眼蜂面积非但没有增加，而且还有所下降，存在问题也不少。看到国际上赤眼蜂发展的大好形势，我们可以确信，在现有的基础上，认真总结经验，在研究、推广、生产管理、原料供应等各个方面多下功夫，进一步扩大我国赤眼蜂治虫的面积是潜力极大的。

又如国际上作为商品生产的病原微生物制剂品种并不多，屈指可数的仅有苏云金杆菌、蛱螬乳状菌和棉铃虫病毒制剂等几种。苏云金杆菌的研究、生产和应用，在我国已有一定的经验，应该针对目前工作中存在的问题，下大力量把它搞上去。农业

部今年派了一个考察组赴美访问，主要考察苏云金杆菌的生产工艺流程和菌种问题，这对改进我们的工作会有帮助。

总之，可以利用的天敌很多，当前应重点先抓好几个生产上行之有效，发展上潜力很大，实践中问题较多的天敌，集中力量，总结经验，创造条件，加以提高，使我国的生防事业有一个较快的发展。

（三）加强国际交流，引进优良天敌

引进优良的外国天敌来防治本国的病虫害和杂草是生物防治中一条经济有效的途径。国外历来把天敌引种当作“传统的生物防治法”。我国早年引进的天敌如澳洲瓢虫、日光蜂等在生产上也都起了显著的作用，最近引进的天敌也证明收效很快。有人认为我国农业历史悠久，天敌资源丰富，从国外引种不是当务之急，其实不然，农业上的引种工作，不论是引进作物品种，家畜品种，还是天敌品种，一直是对生产十分有利的。我国防治病虫害、杂草用的农药，多数是生产国外已经推广的品种，有的是直接进口的，引进国外先进技术和优良品种是加快我国农业发展的一条途径。

引进天敌在下列三个方面都有价值：第一是由于检疫不严，输入了国外的害虫，而没有将有效的天敌同时带进来，以致在失去自然控制的条件下，害虫猖獗成灾，例如温室白粉虱、美国白蛾等。从国外引入这些害虫的天敌，有可能较快地控制这些害虫。第二是有些害虫在世界各地广泛分布，在国外已发现有效的天敌，而我国还没有，引进这些天敌，可望促进这些害虫问题的解决。我国引进古巴蝇、捕食蟥象、苏云金杆菌和病毒的新菌株等，就是针对这些问题的。第三是利用某一种害虫的天敌去防治另一种完全不同的害虫，有时获得意外的成功，所以引进天敌可以丰富我国生物防治的手段，为生防开辟更加广阔的途径。

今后我们还要继续加强国际交流，引进国外的优良天敌，为我所用，以促进农业生产的发展。

由于从国外引种和交换天敌在我国是一项新工作，所以还缺乏完善的办法和制度，现在工作已开展近二年，各方面也初步积累了一些经验。我们认为应本着平等互利，有来有往，既要热情友好，又要保护资源和对进一步开展天敌交流和科技协作有利的原则，实事求是地深入总结经验，订出比较完善的办法，以推动天敌引种和交换工作的进行。

生物防治一般有三条途径：天敌保护、人工助增（包括繁殖释放）和异地引种。这三条途径各有特点，不能互相代替，是相辅相成的，都应该加强。在全国植保处（站）长会议上，提出了“积极稳步地开展生物防治，当前生防工作要把保护利用自然界的害虫天敌作为重点，要狠抓科学用药……”，这是好的。但应该指出保护天敌不是唯一的途径，其它途径也不能偏废。保护天敌也不能仅仅停留在科学用药上。途径多一些，更有利于生物防治工作的开展。

（四）加强天敌分类人才的培养

天敌分类是生物防治的基础工作。分类工作不加强，不仅天敌资源调查工作难于深入，天敌利用工作更要受到影响。我国现在天敌的分类力量已经与生防的发展形势很不适应，随着国内生防工作的发展与国际天敌引种和交换工作的开展，天敌分类的问题会愈来愈突出。目前不仅需要培养一支能够认识一般天敌的队伍，更需要从长远考虑，现在起就开始有计划地培养一批天敌分类的专家。

（五）进一步提高对生物防治和综合防治的认识

近年来在综合防治思想的指导下，生物防治工作虽有了一定的发展，但是不能说对生防的作用、特点和它在综合防治中的重要地位，都已有了充分的认识。今后要进一步发挥天敌在综合防治中的作用，加深对生物防治和综合防治的认识，还是一个根本问题。

例如我们常常听到有关生物防治的评价问题，不少评价往往

忽略了生防的特点和综合防治的基本思想。天敌在控制害虫中作用大不大？一种天敌仅能部分地控制害虫，它还有没有价值？天敌的作用应该如何评价？

在自然界，许多害虫不同程度地受到天敌的控制，有些昆虫从来不造成危害，天敌起着主要的作用。有些害虫因有天敌的控制，需要打药防治的面积和次数减少了。天敌控制害虫的作用，不一定总是受到人们的注意，人们容易看到害虫发生后，采用化学防治手段取得的“治”的效果，往往无视由于天敌的作用，而使害虫得到控制的“防”的效果。有时当农药杀死了原来控制害虫的天敌，而引起了害虫大猖獗时，它们的巨大作用才充分显示出来。从害虫原产地引进天敌去控制输入的害虫有许多成功的例子。这些都说明天敌的作用是巨大的，通过人们对天敌的保护、繁殖和利用，它们发挥的作用还会更加显著。

一种天敌即使不能将害虫控制到不需要采取其它措施的程度，它也还是有价值的。综合防治并不强调应用某个单一措施就把害虫问题解决，而是珍视和利用每一个对保持生态平衡有利的因素。我们在生防工作中，还存在重视天敌的繁殖释放，忽视天敌保护和引种的偏向，主要也是把天敌当“生物农药”使用，希望一下子消灭害虫；也还存在追求单一的生防措施，忽视多种天敌的综合作用或与其它措施配合使用。因此往往认为生物防治的方法不够“理想”，从而丧失了对生物防治的信心。

评价一种措施防治病虫的价值，不能只算简单的经济帐（例如增产增收），还要考虑它所引起的副作用所带来的损失。利用农药和利用天敌杀死了同样多的害虫，他们的价值也不是完全一样的。天敌杀死了害虫后，它自己继续繁殖和扩散，较长时间和较大范围地起着控制害虫的作用。同时没有被当场杀死的害虫，让别的天敌有机会去杀死它。化学农药杀死害虫的同时，也往往杀死了大量的天敌，减少了自然界天敌的作用，从而可能引起了害虫的再猖獗。

进一步提高对综合防治的认识，在今天非常重要。只有综合防治的思想深入人心，植保工作才能健康地发展。十分可喜的是在新的形势下，出现了植保公司和植保专业队等组织，这对推行综合防治，提高植保工作是有利的。我们必须把这些组织培养成宣传综合防治、贯彻综合防治的组织，培养成保护天敌、利用天敌的组织，使我国的综合防治工作大踏步向前迈进。

天敌资源调查和保护利用

对开展天敌资源调查 和保护利用的认识和体会

湖北省生物防治实验站

一、三年（一九七九至一九八一）来开展 天敌资源调查工作的基本情况

生物防治是综合防治的一个重要方面，天敌资源调查是开展生物防治的基础。近几年来，在这方面的工作，全省经历了一个由点到面的调查，由一般调查到系统观察，由调查、观察到开始大田保护利用的发展过程。一九七五年前后，孝感、天门、汉阳、宜都等部分县在武昌师范学院、华中师范学院、华中农学院及省农科院、省科委的资助与指导下，对部分社、队的棉田、稻田天敌，进行了一些调查和观察研究，取得了一些资料，初步摸索了一些保护利用的办法。但把天敌作为一种资源，在全省范围内有计划地进行调查，还是从一九七九年开始的。当时，根据农业部的要求，我们召开了专门会议，讨论制定了三年天敌资源调查方案，要求第一年广泛调查打基础，第二年重点调查观察摸规律，第三年研究保护利用方案。一九七九年确定在恩施、咸宁、荆州、黄冈四个地区和竹溪、枝江、汉川、汉阳、襄阳等53个县，开展天敌资源的调查。一九八〇年按不同地区、不同作物分布、不同生态类型，确定三十个点。在继续调查的基础上，对水稻、棉花等主要作物上的主要害虫的主要天敌的发生消长规律，进行了初步观

察和一部分室内饲养。一九八一年继续在这些点上，侧重进行优势种群的观察。

为了搞好天敌资源的调查工作，三年来我们坚持了三专：一是省、地和重点县固定专班专人抓，各县结合病虫测报进行天敌调查观察；二是进行专门培训。省举办了两次训练班，两次编印天敌图册二万余本，分发全省各地。有的地、县也举办了短期训练班，全省共培训专业人员250多人次。以他们为骨干，在训练和调查的过程中，不断地修正调查方案，统一调查方法，提高调查效果。对承担系统观察任务的各个点，我们还组织巡回辅导，召开碰头会，互通情报，交流经验；三是专项经费。三年来，省里每年从事业费中拿出10万元作为天敌资源调查的专款。

此外，我们还采取边调查，边办保护利用样板的办法，将天敌调查的成果及时推广应用。孝感县群光大队、新洲县双柳公社、汉阳县张湾公社、沔阳县胜利大队、天门县黄潭公社农科所及新华大队等，对棉花前期害虫以保护利用天敌为主，进行综合防治，取得了显著效果，深受群众欢迎和领导的重视。进一步促进了天敌资源调查和保护利用工作的开展，到一九八〇年全省棉虫综合防治面积达到300多万亩。据6个县49个大队315个生产队调查统计，每亩农药费用为2.66元，与一九七七年综防前比较，防治费用下降64%。

通过三年的调查和观察，我省天敌资源极其丰富，种类多，分布广，数量大，存在着不少控制害虫的优势种群，保护利用的潜力很大。根据初步统计，全省共采集天敌标本44125件，粗略分类，分属14目85科714种。其中寄生性天敌31科268种，捕食性天敌34科319种，蜘蛛和捕食螨类15科117种。据华中农学院植保系初步鉴定，在我省初次记录的有235种。

二、对保护利用自然天敌的初步认识与体会

对于天敌资源的调查和保护利用，从群众到干部，包括植保专业人员在内，在认识和体会上有一个由不认识到认识的过程。这种认识和体会主要表现在以下三个方面。

1. 天敌有没有控制害虫的优势。怎样看待这个优势，主要从三个方面来看：一方面从调查中发现，我省鄂西山区生态系统基本上还保持着适宜的生态结构，许多作物害虫因受天敌控制，为害极轻。据竹溪县测报站统计，近三十年全县水稻、玉米、小麦、油菜等主要作物只有五次病虫害大发生，而其中四次是迁飞性害虫（飞虱、稻纵卷叶螟、粘虫），其他年份为轻发年。全县二千个生产队中，除县城周围、公社驻地少数生产队施药水平较高外，一般农药投资每亩只花几角钱，其中还有一百多个生产队从未使用过化学农药。由于赤眼蜂、黑卵蜂、缨小蜂和步甲、隐翅虫、瓢虫、蜘蛛类等天敌的控制，没有造成重大损失。即使在江汉平原集中产棉区，生态平衡受到严重破坏的地方，只要坚持综合防治，注意合理使用化学农药，保护自然天敌，天敌数量也能较快地得到恢复。据新洲县一九七九年调查，棉田中几种捕食性天敌平均百株虫量，未开展综防区为290头，而一年综防区为347.7头（刘集公社），二年综防区为380.6头（李集公社），三年综防区为451.5头（双柳公社）。这就说明，只要我们搞好天敌资源调查，进而有目的地加以保护利用，就能使天敌在综合防治中起到相当的优势作用。从粮棉主要害虫的天敌种群数量上看，也是占有优势的。初步统计水稻三化螟有天敌26种，二化螟30种，大螟18种，稻纵卷叶螟38种，稻苞虫35种，褐飞虱20种，棉蚜43种，棉铃虫33种，造桥虫25种，而且这个数字是极不齐全的。天敌是跟随害虫的。据华中农学院观察，一九七八年和一九七九年两年夏季在1,000到2,000多米以上的高空航捕褐飞虱378头，同时获得其主要

天敌黑肩绿盲蝽89头，益害比竟达1 : 4。

第二个方面，从调查中发现，我省天敌资源不仅种类多，数量大，分布广，而且存在着不少控制害虫的优势种群。例如，从十七个县对水稻主要害虫天敌进行系统调查结果看，蜘蛛始终是稻田捕食性天敌中最主要的优势种群。罗田县调查，早稻田中，蜘蛛占天敌总数的71.3—77.4%，隐翅虫占6.1—19.8%，瓢虫占2.6—11.1%，有益的蝽类占1.0—5.1%。早稻田蜘蛛为主的天敌与害虫比例在1 : 3—1 : 5以内，就可以控制稻纵卷叶螟、稻螟蛉、叶蝉、稻苞虫等害虫的为害。孝感县肖港公社长湖大队一九七九年八月十日调查，每亩有飞虱、叶蝉共8266头，蜘蛛5732头，蜘蛛与飞虱、叶蝉比1 : 1.44。十月十日调查飞虱、叶蝉量增加到202840头，这时蜘蛛量上升到81000头，蜘蛛与飞虱、叶蝉为1 : 2.5，仍在蜘蛛的控制下。田间在以草间小黑蛛、食虫瘤胸蛛和狼蛛为主的情况下，益害比不超过1 : 5—6，天敌可以控制飞虱、叶蝉等害虫，不需要用药防治。在棉麦两熟地区，瓢虫、蝽类、草蛉和蜘蛛可共同形成控制棉蚜、棉铃虫等害虫的优势。孝感、汉阳、沔阳等县调查，当这些天敌与蚜虫达到1 : 40时，蚜虫开始下降，到1 : 30时，蚜虫急骤下降。在益害比达到5 : 1时，就可以控制棉铃虫为害。因此，只要我们掌握这些天敌发生与消长规律，采取有效的保护利用措施就可以大大的减少用药，控制害虫为害。孝感县群光大队785亩棉田，一九七一年到一九七四年按老习惯防治平均每亩耗费7.37元，棉铃虫第四代青铃被害22.24%，平均单产皮棉115.17斤。一九七五年后坚持保护利用自然天敌，坚持土洋结合用药挑治，到一九八〇年止，五年平均每亩植保费0.7元，棉铃虫第四代青铃被害0.232%，平均单产皮棉147.34斤。新洲县双柳公社31000亩棉田，一九七二、一九七五年都是按老习惯防治，平均每亩植保费10元（百斤皮棉10.39元），苗蚜卷叶5%以上的面积占总面积8.53%，伏蚜“冒油”占总面积的20.9%，棉叶螨落叶垮杆占总面积的13.93%，棉铃虫

第四代青铃被害率7.86%，红铃虫第三代青铃被害41.5%，两年均单产皮棉103斤。从一九七六年后注意保护利用天敌，实行综合防治，大大减少了农药费用，五年来平均每亩植保开支4.13元（百斤皮棉2.85元），比以前下降50%以上，苗蚜卷叶5%的面积只占5.51%，伏蚜“冒油”占7.58%，红叶螨落叶垮秆占3.3%，棉铃虫第四代青铃被害0.788%，红铃虫略有上升，第三代青铃为害55.86%，五年平均单产皮棉145斤。在水稻地区有不少社队坚持保护利用自然天敌，实行综合防治，也收到同样的效果。

第三个方面，从化学农药长期大量使用的结果看，虽然压低了虫害损失，但并没有起到“万能”作用，稳住病虫的发展。相反使有些害虫再猖獗，此起彼伏，波动很大，给防治工作增加了艰巨性。同时污染、残留已成为急待解决的问题。

因此，综述这三个方面，相对而言，天敌资源不能不看做是一种优势，应当充分的加以保护利用。当然优势不是“万能”，我们对天敌优势的发挥也是有条件的，它与化防和农业措施等是相辅相成的。决不能一概而论。

2. 天敌优势能不能发挥，怎样发挥？自然资源的优势有潜在性的也有现实性的。天敌也是如此。当前的问题是现实性的优势能不能发挥和怎样发挥。通过这几年调查观察和保护利用的实践证明，潜在性的优势潜力很大，现实性的优势，发挥得好作用也很大。当前主要应搞好化学农药的合理使用，协调化防与生防的矛盾。其关键在于适当放宽防治指标。指标松一松，天敌就上升，用药就下降，害虫并不凶。以前我省把棉蚜的防治指标定为有蚜株20%，初见卷叶就开始用药，现在把防治指标定为卷叶株10%，瓢蚜比1：100开始施药挑治。第四代棉铃虫防治指标由百株卵20粒改为50粒以上，天敌300头以下，益卵比小于6，第五代百株卵定为80粒以上，百株天敌300以下，益卵比小于3开始用药。小造桥虫防治指标由有卵株40%改为百株幼虫四代300头，五代200头以上开始用药。一九八一年起，全省有15个点摸水稻害虫防治

新指标，初步提出，三代稻纵卷叶螟防治指标可放宽到百莧卵量200粒或虫量40头，褐飞虱第四代百株虫量1000头，第五代1200—1500头，蛛虱比在1：5以上开始用药。多点的实践证明，按照这些指标进行防治可以大大减少化防面积和防治次数。棉花前期害虫和早稻上的害虫防治，可以做到不普遍使用化学农药，前期保护了大量天敌，也减少了后期害虫防治的压力。随着天敌数量的增长和其他措施的配合，这些防治指标还可再放宽。如孝感县群光大队一九七五年至一九七七年第四代棉铃虫，百株最高卵量在99—138粒之间，远超过规定的防治指标，但益害比在5—20：1，未用农药防治，也完全控制了棉铃虫的为害。

3. 发挥天敌优势是长远之计还是权宜之计。我国自然资源很丰富，农业上又有精耕细作的传统习惯。根据“四化”的要求，应当在吸取现代化科学技术的同时，注意发扬传统农业技术的观点，达到符合投资省，耗能低，效益高和有利于保护生态环境的要求。在植保工作上采取什么措施提高经济效果在防治技术上建立什么样的结构，才有利于保护生态环境。问题很清楚，认真的挖掘、保护、利用自然天敌，是一个重要方面，只有深入调查研究掌握天敌与害虫的消长规律充分地加以保护利用，才能较好地解决单纯依靠化防的单一技术结构。随着科学技术的不断发展，天敌资源的潜在优势亦将进一步挖掘出来，运用天敌来控制害虫的作用将愈来愈大。应当说无论是当前还是今后保护利用自然天敌和化学农药一样，对防治害虫都有其优势地位，两者谁也不能完全取代谁，即是有暂时的取代，势必受自然的惩罚。但从节能和保护生态环境来讲，前者倒是优于后者。因此，对自然天敌的保护利用也和化学农药一样决不是什么权宜之计，而是长远之计。道理很简单，自然天敌是一个广泛存在的生物类群，它是不会被消灭而要长期生存下去的，既要生存就要吃虫。有什么理由不去保护利用呢？群众说得好，既然虫吃虫，何必人治虫。但是，前几年我们并不是或不完全是这样认识的。天敌资源的调查和保

护利用，是在农药挂帅，越挂越坏的情况下开始的。当时认为是个没有办法的办法，是新一代化学农药问世之前的临时措施。甚至认为农药是现代化，保护利用天敌是土办法。这种认识当时是可以理解的，但现在也还大有人在，也是今后的工作量所在。

总之，天敌资源的挖掘和保护利用，是贯彻“预防为主，综合防治”的植保方针，改善防治病虫害的技术结构，使昆虫生态由恶性循环转向良性循环的一个极为重要的方面，是农业昆虫生态学的核心，是走中国式植保现代化道路的一个主要途径，也是我们的国情所在。从这个意义上讲，我们对天敌资源的调查研究和保护利用，还仅仅是开始，决不能满足于查出了多少种，编出了名录，写了几本书。在调查观察上，还必须向深度和广度进军，在保护利用上还必须进一步掌握害虫和天敌的发生消长规律，分门别类、因地制宜地提出保护利用方案。在工作上还有许多实际问题要解决，特别是标本鉴定跟不上，在认识上还有大量工作要做。这些都是我们当前存在和今后需要解决的问题。其中有些问题，如重大课题的攻关，以及标本鉴定等，建议全国自上而下地组织协作。

玉米田天敌种类及其 对主要害虫的控制作用

山东省农业厅植物保护总站

我省玉米种植面积大，分布广。种植玉米的地理环境复杂，害虫种类较多，常年发生的主要害虫有玉米螟、粘虫、玉米蚜和玉米红蜘蛛。玉米螟一年发生2—3代，粘虫主要2、3代为害玉米，有些年份鲁南、鲁中、鲁西几个地区，1代残虫也为害套种玉米幼苗，玉米蚜和红蜘蛛在玉米生长的中、后期发生为害。为保护利用天敌，开展对玉米主要害虫的综合防治，在一九七八、一九七九年，全省害虫天敌资源普查工作中，各地将玉米害虫天敌作为重点进行了调查，初步摸清了我省玉米田害虫天敌的种类及其寄主，初步查明了当地发生数量较多，对害虫有一定控制能力的种群，与此同时，部分单位还定点定期进行系统调查和饲养观察，初步掌握了几种主要天敌的发生消长情况。在保护利用天敌控制害虫方面，也收到良好效果。现将全省调查结果，结合有关历史资料，综合整理初步总结如下：

一、玉米田天敌类群

全省玉米田天敌类群，经采集标本已鉴定定名的共122种，其中寄生性天敌50种，捕食性天敌71种，名录如下：

寄生性天敌

1. 玉米螟赤眼蜂 (*Trichogramma ostrinajinae* Pang et Chen)

2. 松毛虫赤眼蜂 (*T.dendrolimi* Matsumura)
3. 拟澳洲赤眼蜂 (*T.confusum* Viggiani)
4. 粘虫赤眼蜂 (*T.leucaniae* Pang et Chen)
5. 稻螟赤眼蜂 (*T.japonicum* Ashmead)
6. 舟蛾赤眼蜂 (*T.closterae* Pang et Chen)
7. 螟虫长距茧蜂 [*Macrocentrus lineais* (Nees)]
8. 螟甲腹茧蜂 (*Chelonus munakatae* Munakata)
9. 螟蛉绒茧蜂 [*Apanteles ruficrus* (Haliday)]
10. 松毛虫绒茧蜂 [*Apanteles ordinarius* (Ratzeburg)]
11. 日本黄茧蜂 (*Meteorus japonicus* Ashmead)
12. 中华茧蜂 (*Bracor chinensis* Szepilgenti)
13. 螟黄足绒茧蜂 [*Apanteles flavipes* (Cameron)]
14. 稻螟小腹茧蜂 (*Microgaster russata* Haliday)
15. 螟黑纹茧蜂 (*Bracor onukii* Watanabe)
16. 粘虫绒茧蜂 (*Apanteles kariyai* Watanabe)
17. 螟蛉悬茧姬蜂 [*Charops bicolor* (Szepilgeti)]
18. 玉米螟姬蜂 (*Phaeogenes eguchii* Uchida)
19. 广黑点瘤姬蜂 (*Xanthopimpla punctata* Fabricius)
20. 螟蛉瘤姬蜂 [*Itopectis naranyae* (Ashmead)]
21. 桑螵聚瘤姬蜂 [*Gregopimpla kuwanae* (Viereck)]
22. 大螟瘦姬蜂 [*Eriborus terebrans* (Gravenhorst)]
23. 黄眶离缘姬蜂 [*Trathala flauo-orbitalis* (Cameron)]
24. 台湾瘦姬蜂 [*Diadegma akoensis* (Shiraki)]
25. 甘蓝夜蛾拟瘦姬蜂 [*Netelia* (*Netelia*) *ocellaris* (Thomson)]
26. 粘虫白星姬蜂 (*Vulgichneumon leucaniae* Uchida)
27. 夜蛾瘦姬蜂 [*Ophion luteus* (Linnaeus)]
28. 粘虫黑卵蜂 (*Telenomus cirphiuorus* Liu)

29. 粘虫缺须寄蝇 (*Peletieria varia* Fabricius)
 30. 黑角长须寄蝇 (*Peletiera jabcscens* Robineau-Desvoidy)
 31. 饰额短须寄蝇 (*Linnaemyia compta* Fllen)
 32. 日本追寄蝇 (*Exorista japonica* Tyler -Townsend)
 33. 红尾追寄蝇 (*E. fallas* Meigen)
 34. 玉米螟历寄蝇 (*Lydella grisescens* Robineau-Desvoidy)
 35. 双斑撒寄蝇 (*Salmacia bimaculata* Wiedemann)
 36. 粘虫广肩小蜂 [*Euryloma verticillata* (Fabrioius)]
 37. 白螟黑纹茧蜂 [*Stenobraconniev illei* (Vicreck)]
 38. 螟卵齿小蜂 (*Jetrostichus schoeokii* Ferriere)
 39. 广大腿小蜂 [*Brachymeria obscurata* (Walker)]
 40. 斜疤姬蜂 (*Heresiarches heinrichi* Uchida)
 41. 二化螟沟姬蜂 (*Gambras wadai* Uchida)
 42. 三化螟绒茧蜂 (*Apanteles sehoenobii* Wilnon)
 43. 天牛茧蜂 [*Brulleia shibuensis* (Matsumura)]
 44. 稻苞虫金小蜂 (*Eupteromalus parnarae* Gahan)
 45. 黑青金小蜂 (红铃虫金小蜂) (*Dibrachys cavius* Walker)
 46. 上海青蜂 (*Chrysis shonghaiensis* Smith)
 47. 负泥虫金小蜂 (*Trichomalopsis shirakii* Crawford)
 48. 稻蟥小黑卵蜂 (*Telenomus gifuensis* Ashmead)
 49. 盘背菱室姬蜂 (*Mesochorus discitergus* Say)
 50. 蚜虫跳小蜂 (*Aphidencertus* sp.)
- 捕食性天敌
1. 中华草蛉 (*Chrysopa sinica* Tjeder)
 2. 大草蛉 (*Chrysopa septempunctata* Wesmael)

3. 丽草蛉 (*Chrysopa formosa* Brauer)
4. 叶色草蛉 (*Chrysopa phyllochroma* Wasmaer)
5. 多斑草蛉 (*Chrysopa intima* MacLachlan)
6. 小花蝽 (*Orius minutus* Linnaeus)
7. 华姬猎蝽 (*Nabis sinoferus* Hsiao)
8. 窄姬猎蝽 (*Nabis stenoferus* Hsiao)
9. 异色瓢虫 [*Leis axyridis* (Pallas)]
10. 龟纹瓢虫 [*Propylaea japonica* (Thunberg)]
11. 七星瓢虫 (*Coccinella septempunctata* Linnaeus)
12. 六斑显盾瓢虫 (*Hyperaspis gyotokui* Kamiya)
13. 台湾小瓢虫 [*Scymnus* (*Pullus*) *Sodalis* (Weise)]
14. 黑襟毛瓢虫 [*Scymnus* (*Neopullus*) *hoffmanni* Weise]
15. 黑背小瓢虫 [*Scymnus* (*Pullus*) *kawamurai* Ohta]
16. 深点食螨瓢虫 (*Stethorus punctiellum* Weise)
17. 黑背毛瓢虫 [*Scymnus* (*Neopullus*) *babai* Sasaji]
18. 黑食蚜盲蝽 (*Deraeocoris punctulatus* Fall)
19. 中国曲胫步甲 (*Campalita chinense* Kirby)
20. 短鞘步甲 (*Pheropsophus jessoensis* Mor)
21. 后斑青地甲 (*Chlanis molschniing* Hioculalus)
22. 黄缘步甲 (*Nebria livida* Linnaeus)
23. 赤胸步甲 (*Calathus* (*Dolichus*) *halensis* Schall)
24. 艳大步甲 [*Carabus* (*Coptolabrus*) *lafosse* *coelestis* Stew]
25. 地蝼甲 (*Scaritini terricola* Bonelli)
26. 六斑显盾食蚜蝇
27. 印度食蚜蝇 (*Sphaerophoria indiana* Bigot)
28. 四条小食蚜蝇 (*Paragus quadrfasciatus* Meigen)
29. 短翅细腹食蚜蝇 [*Sphaerophoria scripta* (Lina-

neus)]

30. 梯斑黑食蚜蝇 (*Melanostoma scalare* Fabricius)
31. 短刺刺腿食蚜蝇 (*Lschiodon scutellaris* Fabricius)
32. 刻点小食蚜蝇 (*Paragus tibialis* Fallen)
33. 蠋敌 [*Arma custos* (Fabricius)]
34. 纹胡蜂 (*Vespa crabroniformis*)
35. 二纹脚长蜂 (*Pelistes gallicus*)
36. 德利蜂 (*Eumenes pomitoymie*)
37. 黑脊背长脚蜂 (*Pelistes fadwigae*)
38. 蛉蜂 (*Eumenes japonica*)
39. 雀蜂 (*Vespa mandarina*)
40. 帝泥蜂 (*Odynerus mikade* Khechb)
41. 尻赤泥蜂 (*Rhynchium haemorrhoidale*)
42. 黄唇蜾蠃蜂 (*Rhynchium bruneum* Fabricius)
43. 黑穴蜂 (*Sphegodes*)
44. 中华螳螂 (*Tenodera sinensis* Saussure)
45. 大刀螳螂 (*Paratenedea sinensis* Saussure)
46. 草间小黑蛛 [*Erigonidium graminicolum* (Sundevall)]
47. 黄褐新圆蛛 [*Neoscona doenitzi* (Boes.et Str.)]
48. 大腹圆蛛 [*Araneus ventricosus* (L.Koch)]
49. 金缕亮腹蛛 [*Singa hamata* (Clerck)]
50. 卵腹肖蛸 (*Tetragnatha shikikiana* Yaginuma)
51. T纹豹蛛 [*Pardosa T-insignita* (Boes.et Str.)]
52. 三突花蛛 [*Misumenops tricuspidatus* (Fabricius)]
53. 草丛逍遥蛛 (*Philodromus spinatarsis* Simon)
54. 蚊狼蟹蛛 (*Thanatus formicinus* (Clerck))
55. 棕管巢蛛 (*Clubiona japonicola* Boes.et Str.)

56. 中华狼蛛 (*Lycosa sinensis* Sckenkel)
57. 短胸长蟹蛛 [*Tibellus oblongus* (Walckenaer)]
58. 波纹花蟹蛛 (*Xysticus croceus* Fox)
59. 齿网蛛 (*Uloborus varians* Boes. et Str.)
60. 疣腹蛛 (*Uloborus tokyoensis* Kishida)
61. 横纹金蛛 [*Argiope bruennichii* (Scopoli)]
62. 花背跳蛛 (*Menemerus confusus* Boes. et Str.)
63. 斜纹花蟹蛛 [*Xysticus saganus* (Boes. et Str.)]
64. 角圆蛛 (*Araneus cornutus* Clerck.)
65. 日本肖蛸 (*Tetragnatha japonica* Boes. et Str.)
66. 铃纹肖蛸 (*Tetragnatha squamata* Karsch.)
67. 直伸肖蛸 [*Tetragnatha extensa* (Linne)]
68. 绚丽白条蛛 (*Leucauge magnifica* Yaginuma)
69. 八点球腹蛛 (*Theridion octomaculatum* Boes. et Str.)
70. 褐色球腹蛛 (*Theridion kompirense* Boes. et Str.)
71. 日本红螯管巢蛛 (*Chiracanthium japonicum* Boes. et Str.)

二、主要害虫天敌种类

两年来田间调查和室内饲养结果表明，我省四种主要玉米害虫都有多种天敌，分述如下：

(一) 玉米螟天敌

卵期、幼虫期天敌共37种，其中寄生性天敌24种，捕食性天敌13种。

1. 卵期天敌 共15种。

(1) 寄生性天敌 6种：玉米螟赤眼蜂、松毛虫赤眼蜂、拟澳洲赤眼蜂、粘虫赤眼蜂、稻螟赤眼蜂、舟蛾赤眼蜂。

(2)捕食性天敌9种：中华草蛉、大草蛉、丽草蛉、叶色草蛉、多斑草蛉、小花螳、华姬猎蝽、草间小黑蛛、三突花蟹蛛。

2.幼虫期天敌 共22种。

(1)寄生性天敌18种：螟虫长距茧蜂、螟甲腹茧蜂、螟蛉绒茧蜂、松毛虫绒茧蜂、日本黄茧蜂、中华茧蜂、螟黄足绒茧蜂、稻螟小腹茧蜂、螟黑纹茧蜂、粘虫绒茧蜂、螟蛉悬茧姬蜂、玉米螟姬蜂、广黑点瘤姬蜂、螟蛉瘤姬蜂、桑螵聚瘤姬蜂、大螟瘦姬蜂、黄眶离缘姬蜂、台湾瘦姬蜂。

(2)捕食性天敌：有草间小黑蛛、三突花蛛、波纹花蟹蛛、黄褐新圆蛛四种。

(二)粘虫天敌

1.卵期天敌 有粘虫黑卵蜂、粘虫赤眼蜂两种。

2.幼虫期天敌 共24种，其中：

(1)寄生性天敌13种：甘蓝夜蛾拟瘦姬蜂、夜蛾瘦姬蜂、粘虫白星姬蜂、螟蛉悬茧姬蜂、螟黄足绒茧蜂、松毛虫绒茧蜂、粘虫绒茧蜂、粘虫缺须寄蝇、黑角长须寄蝇、饰额短须寄蝇、日本追寄蝇、红尾追寄蝇、日本黄茧蜂。

(2)捕食性天敌11种：中国曲胫步甲、短鞘步甲、后斑青地蜉、黄缘步甲、赤胸步甲、艳大步甲、黄褐新圆蛛、波纹花蟹蛛、三突花蛛、黑脊背长脚蜂、纹胡蜂。

(三)玉米蚜天敌

共17种，其中捕食性天敌16种：中华草蛉、大草蛉、丽草蛉、叶色草蛉、异色瓢虫、龟纹瓢虫、七星瓢虫、六斑显盾瓢虫、黑襟毛瓢虫、黑背小瓢虫、印度食蚜蝇、四条小食蚜蝇、短翅细腹食蚜蝇、梯斑黑食蚜蝇、短刺刺腿食蚜蝇、黑带食蚜蝇。

寄生性天敌有蚜虫跳小蜂一种。

(四)玉米红蜘蛛天敌

只发现深点食螨瓢虫一种。

通过全省调查综合分析，玉米螟卵期天敌主要为玉米螟赤眼

蜂。诸城、德州室内鉴定占赤眼蜂类总量的66—95%以上；幼虫期以螟虫长距茧蜂和玉米螟丽寄蝇为主；粘虫卵期天敌主要是粘虫黑卵蜂；幼虫期天敌主要是螟蛉绒茧蜂、粘虫绒茧蜂和中国曲胫步甲；玉米蚜的天敌以龟纹、异色瓢虫为主；玉米红蜘蛛的主要天敌是深点食螨瓢虫。

三、主要害虫天敌的消长及控制作用

通过田间调查和室内饲养观察，初步了解赤眼蜂类、螟虫长距茧蜂、螟蛉绒茧蜂、螟甲腹茧蜂、玉米螟丽寄蝇、瓢虫类和蜘蛛类的田间数量消长情况及其对几种主要害虫的控制能力，分述如下：

（一）赤眼蜂类田间数量消长及控制作用

1. 历年赤眼蜂对玉米螟卵寄生情况 临沂、惠民、莱芜对赤眼蜂类寄生玉米螟卵的情况，多年来进行了系统的调查，寄生情况见表1。

从表1看出：赤眼蜂类对一代玉米螟卵基本无控制作用，临沂地区23年调查结果，寄生率为0—9.9%，其中寄生率为0的有7年；莱芜11年调查寄生率为0.2—23.8%。

对二代玉米螟卵有一定控制作用，临沂调查寄生率为0—55%，莱芜为7.7—70.8%，惠民为14.3—68.3%，在气候适宜赤眼蜂大发生的年份寄生率较高，控制作用较好。莱芜调查13年中寄生率在60%以上的有3年，占23.1%；惠民5年调查寄生率在60%以上的一年，占20%。

对三代玉米螟卵寄生率高，多数年份能够控制或基本控制为害，临沂23中寄生率在60%以上的13年，占56.5%，莱芜13年中寄生率在60%以上的9年占69.2%，惠民6年中寄生率60%以上的3年，占50%。

2. 一九七九年赤眼蜂田间数量消长及控制作用 一九七九年

表1 玉米螟赤眼蜂历年寄生率调查表

年 度	项 目	单 位			沂 莱			莱 芜			惠 民		
					一代	二代	三代	一代	二代	三代	一代	二代	三代
					寄生率 (%)	寄生率 (%)	寄生率 (%)	寄生率 (%)	寄生率 (%)	寄生率 (%)	寄生率 (%)	寄生率 (%)	寄生率 (%)
1957					1.0	20.6	62.3						
1958					0.0	6.7	20.6						
1959					4.7	4.1	69.0						
1960					9.5	3.7	57.6						
1961					4.6	0.0	20.0						
1962					9.1	17.5	73.4						
1963					0.0	14.3	66.4	—	—	91.1			
1964					3.2	17.3	78.1	—	66.7	86.6			
1965					0.7	9.6	32.5	3.2	7.7	62.5			
1966					0.0	6.8	24.5	12.5	8.3	52.2			
1967					0.2	9.9	41.8	2.9	51.5	83.4		—	
1968					0.0	0.0	28.8	—	—	—			
1969					—	—	—	—	—	—			
1970					3.8	16.7	80.5	23.8	70.8	65.0			
1971					9.9	10.9	33.5	—	28.8	—			
1972					0.0	3.4	43.3	12.5	—	—			
1973					4.4	17.7	83.9	3.2	42.9	72.0	—	—	—
1974					0.8	7.2	86.2	8.5	48.3	87.5	—	14.3	64.7
1975					4.4	41.4	91.0	17.1	11.8	47.1	—	25.0	77.9
1976					0.7	35.4	91.2	2.1	36.4	55.0	—	—	80.0
1977					0.1	25.7	71.3	0.2	50.0	46.6	—	54.5	47.5
1978					0.0	25.0	76.0	8.0	18.8	87.8	—	33.3	50.0
1979					0.0	55.0	95.0	9.7	65.6	73.3	—	68.3	36.1

莱芜、莱阳、商河、菏泽等地分别对一、二、三代玉米螟卵寄生情况定点定株进行了系统调查，结果见表2。

从表2看出：一代产卵集中，落卵量大，寄生率低，莱芜调查高峰期百株卵量132块，寄生11块，寄生率8.3%；莱阳高峰期百株卵量85块，寄生6块，寄生率7.1%。二是卵寄生高峰在落卵高峰后，错期较长，两地调查均拖后12天。三是二代玉米螟产卵

表2 玉米螟卵块田间赤眼蜂寄生情况消长

1979年

调查时间 (月/日)	莱 芜			莱 阳			商 河		
	百株 卵量	寄生 卵量	寄生率 (%)	百株卵量	寄生卵量	寄生率 (%)	百株 卵量	寄生 卵量	寄生率 (%)
5/31	39								
6/6	132	5	3.7						
12	44	8	18.1	19					
18	36	11	30.5	39					
24	7	2	28.5	85					
30	0	0		32	1	3.1			
7/5	0	0		16	6	37.5			
12	1	0		3	2	66.7			
18	4	3	75.0	0	0	0.0			
24	6	5	83.3	0	0	0.0	5		
30	8	5	62.5	2	0	0.0	6		
8/5	5	5	100.0	15	3	20.0	16	3	18.7
11	4	4	100.0	21	17	80.9	8	2	25.0
17	5	2	40.0	1	1	100.0	12	7	58.3
23	7	7	100.0	4	4	100.0	28	21	75.0
29	3	2	66.7	3	3	100.0	52	26	50.0
9/5				3	2	66.7	63	32	50.7
12							12	11	91.6
18							6	6	100.0

分散,落卵量低,寄生率较高,卵高峰和卵寄生高峰基本吻合,莱芜卵高峰和寄生高峰均在7月30日,百株落卵8块,寄生5块,寄生率62.5%;莱阳卵高峰和寄生高峰均在8月11日,百株落卵21块,寄生17块,寄生率80.9%,四是三代玉米螟田间落卵

量高,寄生率高,在90%以上,并且相互吻合,有效地控制了为害。

3.当代寄生情况对下代寄生率的影响 据一九七九年调查,上代寄生率高,蜂源多,对下代螟卵寄生率高低有明显影响,据烟台地区调查:一九八〇年1代玉米螟寄生时间较常年偏早,寄生率偏高,常年一代螟卵七月上旬以后开始被寄生,寄生率仅10%左右,一九八〇年六月中旬出现寄生,较常年提前15天,寄生率为23.8%,较常年高40%左右,对2代卵的寄生,产生明显的影响。据调查2代螟卵田间见卵后的第二天即出现寄生,全代寄生率高达88—92%,第3代螟卵几乎全部寄生。

4.环境条件对赤眼蜂发生的影响 各地调查证明,暴雨次数多少对二代螟卵寄生率高低有一定影响,尤其在羽化盛期影响更大;种植方式不同对3代螟卵出现寄生时间早晚和寄生率高低也有明显影响。

惠民连续6年观察暴雨次数对2代螟卵寄生率的影响,结果表明相关性密切。一九七四年七月份三次暴雨,螟卵寄生率14.29%,一九七九年七月份温湿条件 and 一九七四年基本相同,无暴雨,寄生率高达68.3%(表3)。

表3 七月份降水、暴雨对赤眼蜂寄生率的影响 惠民

项目 年份	百株累计 卵块寄生 率(%)	7 月 份		7 月 份 上 中 旬		
		暴雨次数	降水(mm)	日平均温 度(℃)	日平均相对 湿度(%)	温湿系数
1974	14.29*	3	235	25.75	78.15	3.03
1975	25.0	2	137.5	26.44	78.00	2.95
1976	0	1	166.9	23.16	76.20	3.29
1977	54.5	1	132.5	27.45	78.95	2.88
1978	33.3	0	111.9	26.10	81.45	3.12
1979	68.3	0	92.5	25.69	78.15	3.04

* 二代玉米螟卵。

禹城调查了不同种植方式对三代螟卵寄生率的高低有明显影响。一九七九年8月15日调查玉米、田菁间作地块，螟卵寄生率为90%，8月19、20日两次调查玉米、大豆间作地块，寄生率分别为91.0%和100%，8月25、29日两次调查纯播玉米地，寄生率为75.0%和83.3%，较玉米、田菁间作地晚14天，寄生率低6.7—15%，较玉米、大豆间作地块晚5—9天，寄生率低15—20%（表4）。

表4 不同种植方式对赤眼蜂寄生率调查表 禹城

种植方式	调查时间 (月/日)	调查卵块数	寄生卵块数	寄生率(%)	备注
玉米田菁间作	8/15	20	18	90.0	
玉米大豆间作	8/19	22	20	91.0	
玉米大豆间作	8/20	16	16	100.0	
纯播	8/25	8	6	75.0	
纯播	8/29	12	10	83.3	

（二）寄生蜂、寄生蝇类对玉米螟幼虫的控制作用

一九七九年莱阳、文登、齐河、德州四处调查，越冬代玉米螟幼虫寄生率为21.2—39.5%，一代寄生率为31.8—60%，二代寄生率为19.9—70%。日照县一九七四至一九七八年五年调查，寄生率依次为60%、25%、33%、20%、45%，对当代为害程度和下代发生量均有一定影响。

经室内饲养鉴定，寄生玉米螟幼虫的天敌，主要是螟虫长距茧蜂和玉米螟丽寄蝇。据德州一九七九年7月15日检查幼虫97头，寄生43头，其中长距茧蜂寄生的22头，占51.2%；玉米螟丽寄蝇寄生21头，占48.8%；混合寄生率为44.3%。文登一九七九年调查了1113头越冬代玉米螟幼虫，被寄生236头，其中螟虫长距茧蜂寄生85头，占寄生总头数的36%；玉米螟丽寄蝇寄生24头，占10.2%；菌类寄生127头，占53.8%。全代混合总寄生率为21.2%，

7月25日—8月17日共检查442头一代幼虫，寄生158头，其中螟虫长距茧蜂寄生127头，占总寄生头数的80.4%；玉米螟丽寄蝇寄生12头占7.6%；菌类寄生19头，占12.0%，全代混合总寄生率为35.7%。

据莱芜日照调查观察，螟虫长距茧蜂一年发生三代，各代成虫羽化盛期与螟虫二、三龄幼虫盛期基本吻合，幼虫化蛹盛期在寄主老熟幼虫末期。莱芜一九七七至一九七九三年田间系统调查，一代螟虫开始出现寄生时间在6月下旬到7月上旬，寄生高峰出现在7月中、下旬，全代寄生率依次为8.6%、13.9%、6%；二代螟虫开始出现寄生时间在8月上、中旬，高峰在8月中旬末到下旬，全代寄生率依次为45.5%、18.7%、37.0%。

据德州、莱芜调查，螟甲腹茧蜂对玉米螟有一定控制作用。齐河一九七八年调查，越冬代幼虫寄生率为34.0%，一代幼虫寄生率为5.2%；一九七九年德州调查，一代幼虫寄生率为28.3%；莱芜7月24日、27日和8月18日三次调查，寄生率依次为41.1%、33.3%和20.0%。

（三）瓢虫类对玉米蚜的控制作用

玉米田瓢虫类对玉米蚜的种群数量消长有显著的影响。莱芜一九七九年7月25日—8月30日定点定株定期调查，结果见表5。

田间瓢虫数量随着玉米蚜量的上升而增长，蚜峰日百株蚜量9万头，瓢虫有效虫态570头，瓢蚜比为1:157.8，蚜峰后8天，百株瓢虫有效虫态850头，百株蚜量下降到1.03万头，瓢蚜比为1:12.1，有效地控制了为害。

（四）粘虫主要天敌及其控制作用

据调查粘虫卵期天敌主要是粘虫黑卵蜂；幼虫期天敌主要是螟蛉绒茧蜂、粘虫绒茧蜂、粘虫白星姬蜂、及中国曲胫步甲。这些天敌都有一定的控制作用。

1. 粘虫黑卵蜂 据德州地区四县两年的调查，三代粘虫卵寄

表5 玉米蚜、瓢虫、草蛉田间消长调查表 (1979年 莱芜)

调查日期	百株 蚜量 (头)	蚜 株 率 (%)	瓢 虫					草 蛉		蚜虫 变动 系数
			成虫头 /100株	幼虫 (头)	卵 (粒)	百株有效 虫 态 合 计	折有效虫 态亩存量 (头)	成虫 (头)	卵	
7月25日	2,800	11	5			5	150			
28日	3,900	27	6		5	5	180		1	1.4
8月2日	12,100	35	16			16	480			3.1
7日	39,000	42	21	6	12	27	810			3.2
12日	90,000	48	90	480	200	570	17,100	20		2.3
15日	60,000	48	95	520	240	615	18,450	18		0.7
20日	10,300	15	370	480	150	850	25,500	21	28	0.17
25日	3,200	36	240	600	180	840	25,200	19	15	0.30
30日	1,200	5	310	180	25	490	14,700	9		0.40

生率在28—85.7%。一九七八年齐河县8月1、3、5日分三次检查，卵寄生率依次为28%、36%和45%，一九七九年4处5次检查，寄生率为38.9—87.5%，平均寄生率为50%（表6）。

2. 幼虫寄生蜂、寄生蝇类 齐河县一九七八年8月4—26日田间调查和室内饲养观察三代幼虫138头，被寄生91头，混合寄生率为65.9%，其中螟蛉绒茧蜂寄生率占总寄生率的22.35%，粘虫绒茧蜂占7.88%。8月14日检查螟蛉绒茧蜂寄生率为40.0%，粘虫绒茧蜂为5.0%，其他蜂类占30%，混合寄生率为75%。德州地区植保站一九七九年四次饲养观察，共检查三代幼虫408头，寄生190头，混合寄生率为45.6%（表7）。

粘虫白星姬蜂和缺须寄蝇均为跨期寄生天敌，据德州、齐河、莱芜三处调查，混合寄生率为10.7—52.0%。一九七九年莱芜检查一代蛹50头，寄生26头，寄生率52%；德州三次共检查85头三代蛹，寄生10头，寄生率11.76%。据调查粘虫白星姬蜂寄生

表6 粘虫黑卵蜂对三代粘虫卵的寄生率

调查地点	调查时间 (月/日)	调查卵块数	寄生卵块数	寄生率(%)
齐 河	1978年8/1	44	12	28.0
齐 河	8/3	38	14	36.0
齐 河	8/5	57	27	45.0
齐 河	1979年8/21	32	24	75.0
商 河	8/25	14	12	85.7
德 州	8/11	12	5	41.7
德 州	8/19	18	7	38.9
武 城	8/30	16	14	87.5
合 计		231	115	45.5

表7 寄生蜂、寄生蝇寄生三代粘虫幼虫的寄生率 (德州)

采 集 观 察 时 间 (月/日)	观察总头数 (头)	二 龄			三 龄			四 龄			五 龄			蛹			寄生总虫数 (头)	寄生率 (%)
		总虫数 (头)	寄生数 (头)	寄生率 (%)	总虫数 (头)	寄生数 (头)	寄生率 (%)	总虫数 (头)	寄生数 (头)	寄生率 (%)	总虫数 (头)	寄生数 (头)	寄生率 (%)	总虫数 (头)	寄生数 (头)	寄生率 (%)		
1978年																		
8/17—8/26	67	10	10	100.0	30	27	90.0	20	16	80.0	7	1	14.3	13	2	15.4	56	87.6
1979年																		
8/8—8/24	120	40	12	30.0	30	14	46.6	30	9	30.0	20	9	45.0	76	6	7.9	50	41.6
1979年																		
8/18—8/30	60	20	16	80.0	30	20	66.7	10	7	70.0				17	2	11.8	45	75.0
合 计	247	70	38	54.2	90	61	67.7	60	32	53.3	27	10	37.0	106	10	9.43	151	61.1

率高于缺须寄蝇的寄生率，齐河一九七八年检查88头蛹，寄生14头，寄生率15.9%，其中被缺须寄蝇寄生的3头，占21.4%，被

粘虫白星姬蜂寄生的11头，占78.6%。

中国曲胫步甲是粘虫幼虫期的主要天敌，据各地调查，玉米田一般每平方米0.5—1头，密度大的2.6头，对控制一代粘虫高龄幼虫有一定作用。据梁山测定：成虫24小时可捕食27—38头粘虫幼虫；幼虫平均每天可捕食24.7头，最高日捕食量为29头。

（五）深点食螨瓢虫对玉米红蜘蛛的控制作用

据调查，深点食螨瓢虫是玉米红蜘蛛的主要天敌。临清一九七九年田间调查，一年发生四代，各代成虫、幼虫盛期：一代成虫6/下—7/上，幼虫6/中；二代成虫7/下—幼虫7/中；三代成虫8/上初，幼虫8/上末，四代成虫9/上，幼虫9/中，和玉米红蜘蛛发生期基本吻合。室内测定成虫平均日食螨量为31—38头，幼虫各龄期食螨量：一龄30头，二龄46头，三龄86头，四龄146头，平均70.25头，田间调查控制效果良好，7月13日—9月3日7次调查，百叶有螨100—52000头，有瓢虫2—595头，螨高峰为8月22日，百叶螨量5.2万头，瓢虫高峰亦为8月22日，百叶有瓢虫595头，8月27日调查百叶螨量即下降到230头，有效地控制了为害。

（六）蜘蛛类田间消长情况

全省各地调查结果表明，玉米田蜘蛛种类多、数量大、食性广。发生数量较大的草间小黑蛛、三突花蛛、黄褐新园蛛、T纹豹蛛等几种蜘蛛，均能捕食玉米螟、卵、低龄幼虫和其他害虫。

汶上一九七九年5月14日—9月17日在全县14个公社131块地调查，有蜘蛛10多种，每亩存量为261.5—3,543.8头，平均亩存量2,396.7头，分别占天敌总量的31.04—93.22%，平均占57.45%。据定点调查，草间小黑蛛存量最大，占蜘蛛总量的66.38%。又据太安，汶上定地定期调查，蜘蛛在玉米田出现三个高峰，依次在6月26日、7月28日至8月17日、9月19—22日，百株蛛量依次为58头、154头和100头。

四、自然保护利用天敌的情况和效果

在调查害虫天敌种类和对害虫控制能力的基础上,全省保护利用天敌面积946万亩,收到了较好的效果。我省历年二代玉米螟大部采用药剂防治,一九八〇年多数地区针对二代螟卵寄生率高的实际情况,开展了保护利用。烟台地区保护利用天敌防治面积362.5万亩,齐河县保护利用面积40万亩,莱芜县掌握螟卵寄生率在60%以上,即不采用药治,全县害虫发生为害面积35万亩,自然保护利用天敌面积27万亩,占发生为害面积的77.1%。德州地区为三代粘虫常发区,历年发生面积300万亩以上,今年玉米田发生150余万亩,发生时间较常年晚8—10天,通过调查发现田间落卵量低,卵粒发育不饱满,卵和幼虫寄生率均较高,全区除挑治重点地片外,全部保护利用天敌控制了为害。沂南、莱阳、莱芜三县,今年玉米蚜发生76.8万亩,通过调查对瓢虫数量较多的53.2万亩采取保护利用天敌,收到良好效果。此外,部分地市利用食螨瓢虫防治玉米红蜘蛛,也取得了较好结果。

五、小结和讨论

1.通过调查初步明确了玉米田天敌种类多、数量大、资源丰富,几种主要害虫都有多种天敌,综合控制效果比较显著,天敌保护利用前景广阔。

2.玉米螟赤眼蜂是玉米螟卵期的主要天敌,自然种群数量大,寄生率高,对三代螟卵有很好的控制作用,在气候条件适宜时,对二代螟卵,也有较好的控制效果,可作为今后保护、繁殖、利用的主要对象,由于早春温度低,湿度小,不适宜赤眼蜂自然繁殖,因而蜂量少,对一代螟卵基本无控制作用;人工繁殖放蜂,今后应作为重点研究项目。

3. 螟虫长距茧蜂和玉米螟丽寄蝇，对各代玉米螟三龄以上幼虫，混合寄生率在35%左右，但寄生时寄主已造成受害，只能略为减轻当代受害，对压低下代虫源基数有一定作用，但控制程度不高。利用价值尚待进一步探讨。

4. 粘虫黑卵蜂是粘虫卵期主要寄生性天敌，有一定控制作用，但其发生消长规律及其与各代虫卵的相关性还不清楚，有待进一步调查。螟蛉绒茧蜂是二、三龄幼虫和多种夜蛾科低龄幼虫的重要寄生性天敌，在中等偏轻发生的情况下，对二、三代粘虫有较好的控制作用，今后应列为研究对象。中国曲胫步行蚋成、幼虫捕食量较大，但其食性杂，种群数量小，控制效果不高。

5. 玉米田蜘蛛种类多，存量较大，尤以草间小黑蛛，T纹豹蛛数量最多，今后应对几种主要蜘蛛的生活习性，消长规律、利用价值，加强研究。

6. 目前我省防治玉米害虫的手段比较单纯，今后应以几种主要害虫为对象，研究如何保护利用天敌，协调运用其他防治措施，开展综合防治。

长沙地区稻田昆虫群落动态的研究*

湖南农学院植保研究室昆虫生态组

群落是农田生态系统的重要结构之一。人们希望通过利用生物之间负反馈的作用来调节控制害虫的数量,达到维持自然生态平衡的目的。为此对农田昆虫群落的动态的了解,有助于揭示害虫种群消长的原因和害虫综合治理的设计。前人在这方面作过许多研究,朱弘复对棉田昆虫群落(1978, 1961),陈常铭对稻田害虫群落(1963),马世骏对蝗区群落(1962),吴亚对草甸昆虫群落(1980),Teraguchi, S. 对农田昆虫群落(1977),都有过报道。

本研究是一九七七至一九八〇年在湖南长沙地区陆续进行的。每年在长沙县东岸公社杉木大队稻田定坵作系统调查,每五天查一次。采取大五点随机取样法,每点查水稻10—20蔸。先查稻丛间活动的害虫和益虫数量,后查静止的害虫和益虫数量,寄生性天敌昆虫是将害虫采回室内饲养所得的。

一、稻田昆虫类群及群落结构

据四年的观察调查,长沙地区稻田常见的害虫共31种,分属5目15科;常见的天敌昆虫有69种,分属6目23科。其名称、所属目、科和重要性如下:

(一) 稻虱类

* 本文执笔人陈常铭。先后参加本项研究的有:肖铁光、王利华、胡淑恒等。宋慧英参加标本鉴定工作。

主要是褐稻虱 (*Nilaparvata lugans* Stal), 属同翅目, 稻虱科, 系主要害虫。

卵期天敌昆虫及其攻击力: 稻虱缨小蜂 (*Anagrus flaveolus* Water), 卵粒寄生率0.4—45%; 稻虱红缨小蜂 (*Anagrus* sp.), 寄生率0.2—5%; 稻虱黄缨小蜂 (*Anagrus* sp.), 寄生率0.5—2%; 长突寡索赤眼蜂 (*Oligosita shibuyae* Ishii), 寄生率0.5%; 黑肩绿盲蝽 (*Cyrtorrhinos lividipennis* Reuter), 平均每日捕食卵1.8粒。

若虫期天敌昆虫及其攻击力: 稻虱螯蜂 (*Haplogonatopus japonica* Esaki et Hashimoto), 寄生率3.5%; 稻虱黑螯蜂 [*Paragonatopus fulgori* (Naka.)], 寄生率4.2%; 黄腿螯蜂 (*Pseudogonatopus flavifemur* Esaki et Hashimoto), 寄生率2%; 黑腹螯蜂 (*Haplogonatopus atratus* Esaki et Hashimoto), 寄生率0.5%; 黑肩绿盲蝽 (*Cyrtorrhinos lividipennis* Reuter), 日捕食量0.5—2.1头; 窄姬猎蝽 (*Nabis stenoferus* Hsiao)、黑宽黴蝽 (*Microvella horvathi* Lund.)、姬花蝽 (*Triphleps sauteri* Poppus)、小花蝽 [*Orius minutus* (L.)]、中华草蛉 (*Chrysopa sinica* Tjeder)、稻红瓢虫 [*Verania discolor* (Fabr.)]、青翅蚁形隐翅虫 (*Paederus fuscipes* Curtis)。

成虫期天敌昆虫: 螯蜂类 (同若虫); 蝽类 (同若虫), 草蛉 (同若虫), 瓢虫、隐翅虫 (同若虫), 印度长颈步甲 (*Ophionea india* Thunb.), 稻虱跗螋 (*Elenchinus japonicus* Esaki et Hashimoto), 寄生率0.3%。

此类害虫还有: 白背稻虱 [*Sogatella furcifera* (Horvath)], 灰稻虱 [*Laodelphax striatellus* (Fallen)], 花稻虱 (*Nisia atrovenosa* Lethierry)等, 其天敌昆虫种类同褐稻虱。

(二) 叶蝉类

主要是黑尾叶蝉 [*Nephotettix cincticeps* (Uhler)],

属同翅目，叶蝉科，系主要害虫。

卵期天敌昆虫及其攻击力：褐腰赤眼蜂〔*Paracentrobia andoi* (Ishii)〕，卵粒寄生率4.6—90.7%；黑肩绿盲蝽、姬花蝽、小花蝽、姬猎蝽及黑宽腿蝽等。

若虫、成虫期天敌昆虫：趋稻头蝇〔*Tomosvaryella oryzaetora* (Kojzumi)〕；黄足头蝇〔*Pipuncilus mutillatus* Loew)〕；青翅蚁形隐翅虫、印度长颈步甲。

叶蝉类害虫还有：二点黑尾叶蝉〔*Nephotettix virescens* (Distant)〕、白翅叶蝉〔*Erythroneura subrufa* (Mots.)〕、电光叶蝉〔*Recilia dorsalis* (Mots.)〕等。

(三) 稻螟类

主要有二化螟〔*Chilo suppressalis* (Walker)〕、三化螟〔*Tryporyza incertular* (Walker)〕，属鳞翅目，螟蛾科；大螟〔*Sesamia inferens* Walker)〕，属鳞翅目，夜蛾科。

卵期天敌昆虫及其攻击力：稻螟赤眼蜂〔*Trichogramma japonicum* Ashum.)〕，卵粒寄生率13—24%；等腹黑卵蜂〔*Telenomus dignus* Gahan)〕，三化螟卵粒寄生率8—10%。

幼虫、蛹期天敌昆虫：二化螟绒茧蜂〔*Apanteles chilonis* (Munakata)〕，寄生率1—3%；螟蛉绒茧蜂〔*A. ruficornis* (Haliday)〕、螟黄足绒茧蜂〔*A. flavipes* (Cam.)〕、中华茧蜂〔*Bracon chinensis* Szepilg)〕、螟黑纹茧蜂〔*B. onuki*; Watanabs)〕、螟黄抱缘姬蜂〔*Temelucha biguttula* (Mun.)〕、菲岛抱缘姬蜂〔*T. philippinensis* (Ash.)〕、广黑点瘤姬蜂〔*Xanthopimpla punctata* Fabr.)〕、螟蛉瘤姬蜂〔*Itoplectis naranyae* (Ash.)〕、螟黑瘦姬蜂〔*Eriborus sinicus* (Holm.)〕、大螟瘦姬蜂〔*Eriborus terebrans* (Grav.)〕、三化螟瘦姬蜂〔*Temelucha stangli* (Ash.)〕。

(四) 纵卷叶螟〔*Cnaphalocrocis medinalis* Guenee)〕

属鳞翅目，螟蛾科，系主要害虫。

卵期天敌昆虫及其攻击力：稻螟赤眼蜂，卵粒寄生率10—81%；拟澳洲赤眼蜂(*Trichogramma confusum* Vigg.)，寄生率5—21%；青翅蚁形隐翅虫。

幼虫期天敌昆虫：纵卷叶螟绒茧蜂(*Apanteles cypris* Nixon)，寄生率8—48%；拟螟蛉绒茧蜂(*Apanteles* sp.)；螟蛉绒茧蜂，寄生率5%；黄长距茧蜂[*Macrocentrus abdominalis* (Fabr.)]、螟黄抱缘姬蜂、菲岛抱缘姬蜂、螟蛉悬茧姬蜂(*Charops bicolor* Szep.)、螟蛉瘤姬蜂、横带沟姬蜂(*Goryphus basilaris* Holm.)、赤带扁股小蜂(*Elasmus* sp.)、稻苞虫赛寄蝇(*Pseudoperichaeta insidiosa* R.-C.)，寄生率3—5%；银颜筒寄蝇(*Clytho argenta* Egger)、青翅蚁形隐翅虫。

蛹期天敌昆虫：稻苞虫赛寄蝇，寄生率8—11%；稻苞虫鞘寄蝇(*Thecocarcelia parnarae* Chao)；纵卷叶螟黄脸姬蜂(*Chorinaeus afrialis* Chao)，寄生率5%；广黑点瘤姬蜂、螟蛉瘤姬蜂、大螟瘦姬蜂、日本黑瘤姬蜂(*Coccysgomimus nipponicus* Uchida)、稻苞虫黑瘤姬蜂、趋稻厚唇姬蜂(*Phaeogens* sp.)、广大腿蜂[*Brachymeria lasus* (Walker)]、纵卷叶螟啮小蜂(*Tetrastichus* sp.)。

(五) 稻螟蛉(*Naranga senescens* Mooty)

属鳞翅目，夜蛾科；常见稻虫。

卵期天敌昆虫：稻螟赤眼蜂，卵寄生率40—96%；拟澳洲赤眼蜂，寄生率10—35%。

幼虫、蛹期天敌昆虫：螟蛉绒茧蜂寄生率5—18%；螟蛉内茧蜂(*Rogas narangae* Rohwer)，寄生率12—20%；纵卷叶螟绒茧蜂、拟螟蛉绒茧蜂、螟黑纹茧蜂、日本黑瘤姬蜂、螟蛉悬茧姬蜂、螟蛉、瘤姬蜂、横带沟姬蜂、稻苞虫赛寄蝇，寄生率5%。

(六) 粘虫类

主要有粘虫 (*Leucania separata* Walker)、劳氏粘虫 [*L. loryi* (Duponchel)]、白脉粘虫 (*L. venalba* Moore)、眉纹夜蛾 [*Spodoptera mauritia* (Boisduval)]。

卵期天敌昆虫：拟澳洲赤眼蜂。

幼虫、蛹期天敌昆虫：粘虫绒茧蜂 (*Apanteles kariyai* Wat.)，寄生率10%；螟蛉绒茧蜂、螟黄足绒茧蜂 [*A. flavipes* (Cam.)]、螟蛉悬茧姬蜂、螟蛉瘤姬蜂、稻苞虫黑瘤姬蜂、粘虫啮小蜂 (*Tetrastichus hagenowi* Ratz.)。

(七) 稻苞虫

主要有直纹稻苞虫 [*Parnara guttata* (Bremer et Grey)]、隐纹稻苞虫 (*Pelopidas mathias* Fabr.)，属鳞翅目，弄蝶科，常见害虫。

卵期天敌昆虫：稻螟赤眼蜂，寄生率21—35%；拟澳洲赤眼蜂，寄生率25%；眼蝶黑卵蜂 (*Telenomus* sp.)。

幼虫、蛹期天敌昆虫：弄蝶绒茧蜂 (*Apanteles baoris* Walk.)，寄生率15—33%；稻苞虫金小蜂 (*Eupteromalus parnarae* Gahan)，寄生率35%；螟蛉绒茧蜂，寄生率10%；螟蛉悬茧姬蜂，寄生率3—5%；广黑点瘤姬蜂，寄生率1—2%；螟蛉瘤姬蜂、稻苞虫黑瘤姬蜂、日本瘦姬蜂 (*Camptoplex japonicus* Cam.)、稻苞虫弧脊姬蜂 (*Trichonotus* sp.)、横带沟姬蜂 (*Goryphus basilaris* Holm.)、稻苞虫腹柄姬小蜂 [*pediobius mitsukui* (Ashm.)]；稻苞虫赛寄蝇，寄生率10—15%；稻苞虫鞘寄蝇，寄生率3%；银颜筒寄蝇，寄生率1%。

(八) 蓟马类

主要有稻蓟马 (*Thrips oryzae* Williams)、稻管蓟马 [*Halplothrips aculeatus* (Fabr.)] 和花蓟马 [*Frankliniella intonsa* (Trybom)]，属缨翅目，蓟马科，皮蓟马科，常见害虫。

主要天敌昆虫有：黑带食蚜蝇 (*Epistrophe balteata*

De Geer) 和多种隐翅虫。

(九) 稻蝽类

主要有稻黑蝽 (*Scotinophora lurida* Burmeister)、白边蝽 (*Niphe elongata* Dallas)、稻绿蝽 (*Nezara viridula* L.)、异稻缘蝽 (*Leptocoprisa varicornis* Fabr.)，属半翅目，蝽科，刺肩蝽科，缘蝽科，系次要害虫。

卵期天敌昆虫：稻蝽小黑卵蜂 (*Telenomus gifuensis* Ashm.)。

若虫和成虫期天敌昆虫：多种猎蝽。

(十) 眼蝶类

稻眼蝶 (*Mycalesis gotana* Moore)、稻褐眼蝶 (*Melanitis leda* Linn.)，属鳞翅目，眼蝶科，次要害虫。

天敌昆虫：眼蝶黑卵蜂 (*Telenomus* sp.)、广大腿小蜂、稻苞虫羽角姬小蜂 (*Sympiesis* sp.)、稻苞虫黑瘤姬蜂。

(十一) 负泥虫 [*Oulema oryzae* (Kuw.)]

属鞘翅目，叶甲科；次要害虫。

天敌昆虫：螟蛉瘤姬蜂、负泥虫姬蜂 (*Lemophaga japonica* (Sonan))、负泥虫金小蜂 (*Trichomalopsis shirakii* Crawford)。

(十二) 麦长管蚜 (*Macrosiphum avenae* Fabr.)

属同翅目，蚜科，次要害虫。

天敌昆虫：燕麦蚜茧蜂 (*Aphidius avenae* Halid.)、麦蚜茧蜂 (*Ephedrus plagiator* (Nees))、稻红瓢虫。

(十三) 稻小水蝇 [*Hydrellia griseola* (Fallén)]

属双翅目，水蝇科，常见害虫。

上述昆虫类群在长沙地区稻田中构成的昆虫群落，其结构是相当复杂的。植食性害虫以水稻为营养来源，寄生性或捕食性天敌昆虫又以植食性害虫为营养来源，共同形成若干食物链。各食物链之间，不少种群又存在着交叉的营养关系，从而构成食物网

据多年田间调查，长沙地区水稻主要害虫有褐稻虱、纵卷叶

从图 2 看出：水稻害虫盛发期具有时间节律，并与水稻生育

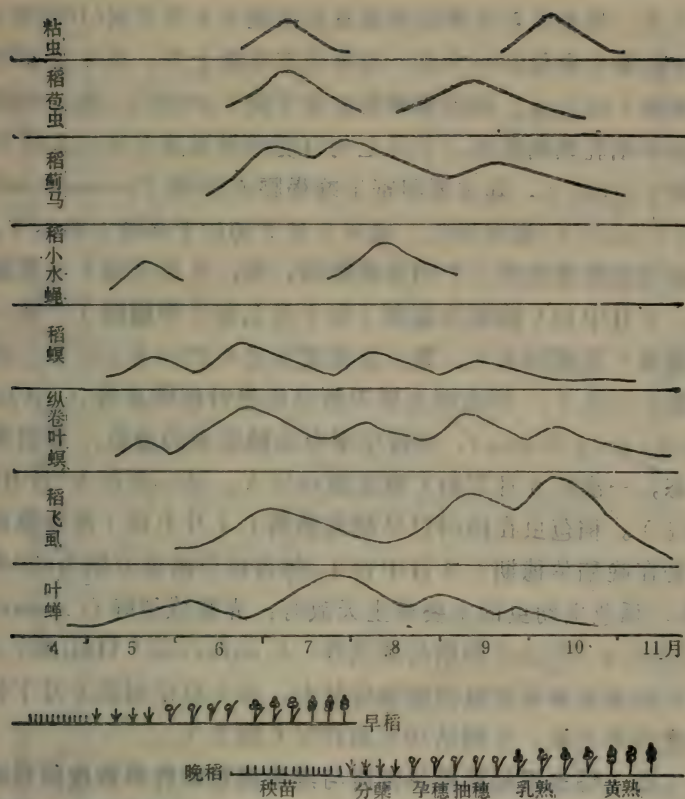


图2 长沙地区稻田害虫发生型示意图

代受害轻，但二化螟和大螟对早稻穗期（6月中、下旬）和晚稻秧苗期（8月中旬）仍造成受害。稻小水蝇在早稻和晚稻分蘖期造成枯心株较多。稻蓊马在早稻穗期、晚稻秧苗期和穗期，有一定受害。稻苞虫在早稻乳熟期和晚稻孕穗期，间有发生。

（二）稻田主要害虫和天敌昆虫消长动态

随着害虫群落的消长，与之相联系的天敌昆虫群落也发生相应的消长。如一九八〇年田间系统调查，稻田褐稻虱卵粒密度及卵寄生蜂（稻虱缨小蜂 *Anagrus flaveolus* Water）卵粒寄生

率的关系，褐稻虱百莧卵粒数最高期出现于8月下旬(1080粒)，这时卵粒寄生率仅20%左右，当寄生率逐渐上升，至9月下旬出现高峰期(68%)，褐稻虱卵粒密度下降(400粒)。黑尾叶蝉卵密度以早稻乳熟期最高，7月上旬百莧卵量迅速上升，7月下旬达高峰(510粒)，其主要卵寄生蜂褐腰赤眼蜂[*Paracentrobia andoi* (Ishii)]相继增长，也在7月下旬达于高峰(81%)。纵卷叶螟幼虫密度出现三个明显高峰期，即：6月下旬(早稻抽穗期)、8月中旬(晚稻分蘖期)和9月上旬(孕穗期)，第一次密度最高(百莧24头)，第三次密度次之(22.5头)，第二次密度最低(13头)。幼虫期主要天敌是纵卷叶螟绒茧蜂(*Apanteles cypris* Nixon)，其寄生率有追随寄主的迹象，曾出现两次峰态，一次在6月下旬(寄生率48%)，另一次在9月中旬(39%)。稻苞虫在田间以早稻乳熟期(7月上旬)密度最高，其次是在晚稻孕穗期(8月中旬)，每亩虫口密度分别为880头和760头；稻苞虫幼虫的主要寄生天敌有：弄蝶绒茧蜂(*Apanteles baoris* Wilk)和螟蛉绒茧蜂[*A. ruficrus* (Haliday)]，其共同的寄生率对幼虫控制效应甚大，在7月中旬和8月下旬出现两次高寄生率，分别达70%和42%(图3)。

(三) 稻田褐稻虱卵块密度与黑肩绿盲蝽种群密度消长动态

黑肩绿盲蝽是捕食褐稻虱卵和初龄若虫的重要天敌。据历年田间调查，一九八〇年是长沙地区褐稻虱大发生年，晚稻田每百莧禾有卵块100块以上持续时间较长，8月下旬至9月中旬及10月中旬，卵块密度分别为220块、200块、172块。这年田间黑肩绿盲蝽种群密度较低，在10月下旬以前，每百莧虫口均不超过50只，迟至10月下旬才出现高峰(百莧54—68只)，黑肩绿盲蝽无力控制褐稻虱的为害。一九七七年是褐稻虱中等偏重发生年，晚稻田每百莧有卵块60块以上的峰态有两次，即8月下旬(64块)和11月上旬(72块)，这一年黑肩绿盲蝽的密度较高，从8月上旬至11月中旬，基本上呈阶梯式上升，对褐稻虱起到了控制作用。一九七

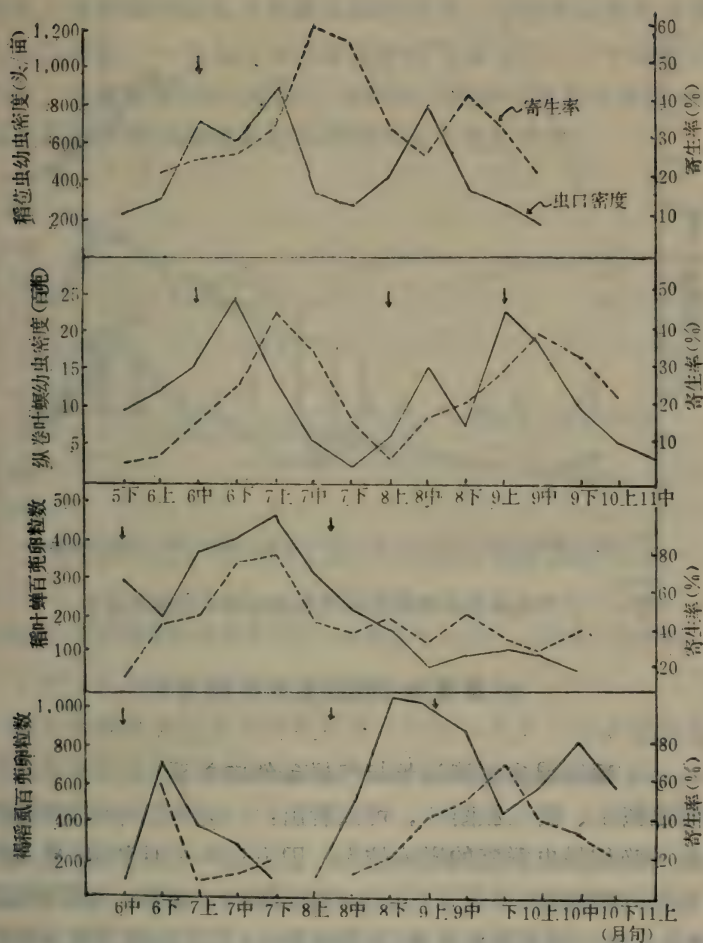


图3 长沙地区稻田主要害虫及天敌昆虫消长动态(1980年)

九年在长沙地区褐稻虱是轻度发生年,晚稻田每百蔸褐稻虱卵块35块以上的峰态只出现二次,即8月下旬35块,11月上旬39块,黑肩绿盲蝽的种群密度一直较低,只在11月上旬才出现高峰,百蔸虫口42只(图4)。

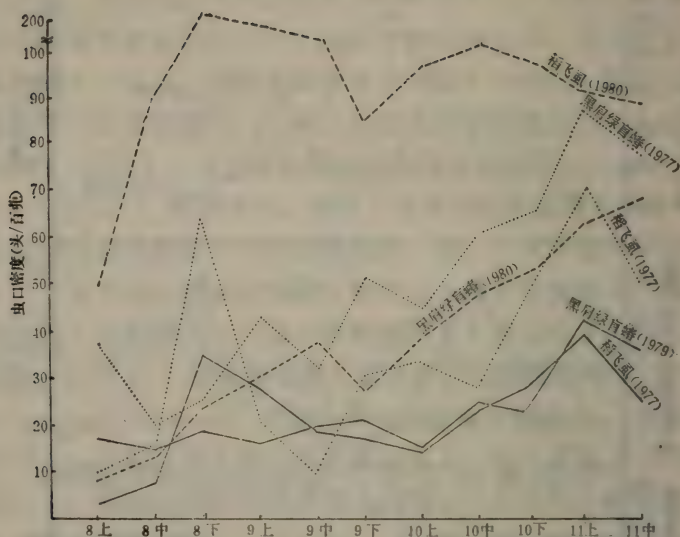


图4 长沙地区稻田褐稻虱和黑肩绿盲蝽年间消长动态

三、稻田昆虫群落动态原因分析

(一) 稻田昆虫群落消长与气候条件的关系

对比图1、图4和图5，可以看出：一九八〇年8月份的气候状况对晚稻昆虫群落的影响较大。因为这一个月雨量相当大（各旬分别为203.9毫升，103.3毫升和43.7毫升，全月降雨量350.9毫升），相对湿度甚高（各旬分别为81.2%、92.3%、85%），平均气温偏低（各旬分别为27.1℃、24.1℃、27.3℃，月平均气温26.1℃），这种气候条件对褐稻虱盛发是有利的，而对其天敌如缨小蜂和黑肩绿盲蝽的活动不大有利。对纵卷叶螟和稻苞虫的发生也是有利的，但对黑尾叶蝉的发生不甚有利。一九七七年8月份的气候状况是：雨量偏少（月降雨量126.3毫升）、相对湿度稍低（月平均82%）、气温稍高（月平均28.5℃），这样的气

候条件，有利黑肩绿盲蝽和缨小蜂的活动，褐稻虱种群密度远较一九八〇年低。一九七七年8月份平均气温 32.7°C 、平均相对湿度76%、月降雨量120.1毫升，这样的气候条件对黑肩绿盲蝽的活动更有利，所以较明显地对褐稻虱起了控制作用。

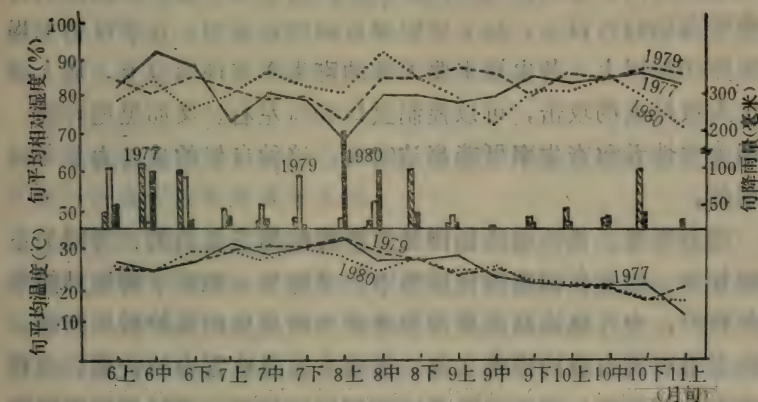


图5 长沙地区近年来晚稻期间气候条件(1977、1979、1980年)

(二) 人为干扰对稻田昆虫群落的影响

图3中箭头表示东岸公社杉木大队在一九八〇年对稻田施用农药的时间和次数。早稻在6月中旬曾施药防治纵卷叶螟一次；晚稻在8月中旬施药防治二化螟一次，8月底9月上旬施药防治褐稻虱第四次若虫高峰一次，9月中旬施药防治纵卷叶螟一次。从施药的效果来看，褐稻虱因“压四控五”而种群密度下降，纵卷叶螟第四代数量下降，并且兼治了稻苞虫和黑尾叶蝉，这些都是应当肯定的。但是我们看到：8月中旬，稻苞虫寄生率突降，纵卷叶螟寄生率未出现峰态，褐稻虱寄生率过低，黑肩绿盲蝽密度也很低(图4)，可以认为这是与农药施用有关的。如我们在湘阴县里湖大队所作调查证明(1977)：化防区百蔸平均虫口密度，褐稻虱为598头，黑肩绿盲蝽为14头；综防区分别为218.5头和108头，这两个处理相比较，化防区褐稻虱密度高1.7倍，黑肩

绿盲蝽密度却低6.7倍,显见施药对害虫天敌杀伤严重。今后如何合理施药,仍是值得深入研究的课题。

(三) 天敌昆虫对稻田昆虫群落消长的影响

从图1和图4看出:长沙地区稻田天敌昆虫资源仍甚丰富。以褐稻虱为例,若能恰当地保护天敌,褐稻虱卵期主要天敌的寄生率可高达52%以上,加上黑肩绿盲蝽的攻击力,几乎可消灭褐稻虱卵80%以上。若虫期主要天敌的寄生率在15%以上,加上捕食性天敌昆虫的攻击,可以控制虫口40%左右。又如黑尾叶蝉,卵期寄生性天敌寄生率可能高达90%,这种自然的攻击力是不应忽视的。

综上所述,长沙地区稻田昆虫群落结构是复杂的,种间关系也较复杂。因此在稻虫综合治理中,采取单一的化学措施只能是弊多利少,今后应该高度重视和考虑天敌昆虫的保护利用问题,在决定采取害虫防治措施之前,先应考虑当地害虫的密度、该种害虫天敌的密度、害虫可能受天敌控制的程度、气候条件可能对害虫和天敌的影响;在受天敌制约下,害虫可能引起的经济损失率如何,如果经过分析表明为害性不大,就不必使用农药;反之,就应采取保护性措施。此外施用化学农药必须严格按照“防治指标”,决定施药面积和次数,“防治指标”应包括天敌参数和品种抗性程度。

广州市郊白沙大队稻田害虫 天敌资源调查研究

广东省广州市市郊区害虫天敌资源联合调查试点组*

一九七九年到一九八〇年在广州市郊竹料公社白沙大队进行了稻田害虫天敌资源调查工作。

两年来我们初步系统调查了水稻、小麦、花生等作物的主要害虫的天敌，同时也调查次要害虫的天敌资源。还进行了协调农业防治、化学防治和保护利用天敌的探讨，分析了过去一些综防措施的得失。这就为提高害虫预测预报水平和推动综合防治提供了一些依据，降低了白沙大队农药费成，又控制了虫害，达到了增产增收的目的。

一、方 法

调查方法，以田间调查结合室内饲养观察为主，辅以网捕和灯诱。捕食性天敌，选择各类型不施农药的稻田、小麦田、花生田，定期调查一定范围内的害虫、天敌的种类和数量，并观察天敌捕食害虫的种类、数量及其生物学特性。寄生性天敌，一般在不施农药的定点调查田中采集各种害虫的卵（在盛孵高峰前几

* 参加调查人员：孙志鸿（本文执笔）、丘念曾（广东省农业厅）、吴运新、林锡康（竹料公社农科站）、杨启东（白沙大队农科站）、梁嘉伦、颜子波、潘礼增、冯耀辉。除注明单位者外，均为广州市农业局。白沙大队还有一些植保员协助部分调查工作。

天)、二、三龄幼虫或若虫、高龄幼虫或若虫、蛹和成虫,先检查记载寄生症状明显的,对寄生症状未明显的则用一支玻璃管装一头虫或一块卵的方法,保湿饲养观察寄生情况,再计算寄生率。

蜘蛛及黑肩绿盲蝽(*Cytorrhinus lividipennis* Reuter)等的饲养观察,采用玻璃瓶内装2%琼脂保湿加饲料的办法进行饲养。

灯诱调查,利用现有的测螟20瓦交流黑光灯、诱获昆虫,用敌敌畏毒瓶杀死后点数。虫数太多无法全部点数时,则进行取样点数再折算总数。

网捕调查,选择类型田,定面积定期网捕和采用随机网捕调查天敌种类及密度以补充田间调查之不足。

二、结果和分析

(一)害虫天敌资源丰富,可利用的潜力很大

经两年调查,白沙大队的水稻、小麦、花生三种主要作物的主要害虫的天敌经过鉴定的有191种,其中优势种44种。属寄生性的天敌115种,优势种26种;属捕食性的天敌76种,优势种18种。白沙大队害虫天敌资源丰富,而且某些害虫受到自然天敌控制,某些害虫在一定条件下受到天敌控制。为保护利用天敌和合理使用农药提供了依据。

1.黑尾叶蝉、稻螟蛉、稻苞虫受自然天敌控制是明显的黑尾叶蝉在六十年代中期曾大发生,引起水稻黄矮病流行。近十多年来田间密度较低。两年调查其卵期被褐腰赤眼蜂〔*Paracentrobia andei* (Ishii)〕和叶蝉柄翅小蜂〔*Lymaenon longicrus* (Kieffer)〕寄生的占绝大部分,若虫和成虫还受趋稻头蝇〔*Tomosvaryella oryzaetova* (Koizumi)〕以及捕食性天敌的控制。一九七九年6月14日到7月11日五批调查17块卵,被

寄生的就有15块,占88.2%。早造稻田黑尾叶蝉数量很少,定点五块田调查19次,1900丛禾中仅有32头。8月上旬晚造稻田调查黑尾叶蝉成虫21头,被趋稻头蝇寄生的有2头。另外灯下捕获23头,被寄生的有4头。晚稻田黑尾叶蝉密度也很低,定点调查31块(次)3100丛禾中仅有762头,平均每百丛禾24.5头。一九八〇年早晚稻田定点10块,调查64块6,400丛禾,仅有773头。平均每百丛12头。

稻螟蛉的卵和幼虫天敌寄生率很高,卵的优势天敌是稻螟赤眼蜂(*Trichogramma japonicum* Ashmead),幼虫的优势天敌是螟蛉绒茧蜂[*Apanteles ruficr*(Haliday)]一九七九年6月下旬在黑光灯附近的稻田检查25片稻叶,有稻螟蛉卵306粒,被稻螟赤眼蜂寄生的263粒,占85.9%。8月1日调查晚稻秧苗365株,有卵64粒,被寄生的40粒,占62%。一九八〇年6月5日到8日调查八块早稻田中的2560丛禾,有卵粒238粒,被寄生的106粒,占44.5%。6月26日到7月11日调查4块晚造秧苗,有249粒卵,被寄生的104粒,占41.77%。一九七九年7月6日调查30头幼虫,被螟蛉绒茧蜂寄生的21头,占70%。稻螟蛉的卵和低龄幼虫被寄生率高,还受到捕食性天敌的袭击,所以田间幼虫密度低。一九八〇年早晚造10块田定点定期调查50块(次),5000丛禾中仅发现幼虫9头。

稻苞虫在五十年代发生数量较大,为害较重,六十年代以来田间密度低,很少造成经济损失。如一九八〇年定点调查50块(次)5000丛禾中,仅查到10头幼虫。两年来田间采回的卵、幼虫和蛹进行饲养的结果,天敌寄生率相当高。稻苞虫发生受到天敌的控制。一九八〇年7月间在晚造秧田调查稻苞虫卵33粒,被寄生的27粒,寄生率高达80.6%,优势天敌是稻螟赤眼蜂也有少数稻苞虫黑卵蜂[*Telenomus (Aholcus)* sp.]。一九七九年10月调查幼虫55头,被寄生的46头占83.6%。其中稻苞虫茧蜂(学名待定)28头;银颜筒寄蝇(*Clytho argentea* Egger)18头。同时

调查蛹86头,被寄生的57头占66.3%。其中广黑点瘤姬蜂(*Xanthopimpla punctata* Fabricius)49头。一九八〇年9月27日到10月15日调查幼虫和蛹124头,被寄生的89头占71.77%。其中稻苞虫茧蜂42头,广黑点瘤姬蜂17头,银颜筒寄蝇13头。

以上所叙的三种害虫,近二十年来一直是水稻的次要害虫、很少造成威胁,原因是多方面的。从调查的数据来看,自然天敌的控制起了主导作用。尽管这些年来气候、品种、耕作制度不断变化,也未能引起它们数量的激增。

2.春植花生及小麦的蚜虫在气候条件配合下充分发挥自然天敌的控制作用 小麦长管蚜受到麦蚜茧蜂〔*Ephedrus plagiator* (Nees)〕和捕食性天敌所控制。广州地区二、三月天气干旱的年份、麦蚜为害麦穗较重。一九八〇年一月底至二月中持续低温阴雨、天气阴冷,2月中旬以后至三月份雨水不多,阳光短缺,气温偏高。这样的气候,有利于天敌繁殖。白沙大队600亩小麦麦蚜为害不严重。调查结果证明,是由于麦蚜受到天敌自然控制所致。3月上旬调查小麦田面积0.27亩,70个穗上有麦蚜125头,其中被麦蚜茧蜂寄生的达74.5%,燕麦蚜茧蜂(*Aphidius evenae* Haliday)寄生的4.0%,合计寄生率78.5%。此外,捕食性天敌蜘蛛、瓢虫和隐翅虫数量也不少。据调查每平方米有蜘蛛47头,青翅蚁形隐翅虫(*Paederus fuscipes* Curtis)3头,瓢虫2头。饲养观察每头天敌每天捕食蚜虫数,前两者为1.5头,后者为10头。

春植花生蚜虫受到花生蚜茧蜂(*Lysaphidus* sp.)控制极为明显。一九七九年5月下旬到6月上旬,白沙大队花生蚜虫被花生蚜茧蜂寄生在90%以上,再加上蜘蛛、瓢虫等捕食性天敌的作用,当时可不用农药防治。一九七九年,秋植花生蚜虫被寄生率不高,可能与秋季天气干旱有关,一般秋花生蚜虫需施药防治。

3.稻飞虱在一定条件下受到天敌的控制也很明显 两年来白沙大队大面积稻田不受稻飞虱为害,仅有局部较感虫的品种和

施氮肥过量的田块除外。大面积种植较抗虫的品种，在合理的水肥管理条件下，寄生性天敌和捕食性天敌都较多，可以控制稻飞虱的为害。卵期天敌优势种有稻虱缨小蜂（*Anagrus* sp.）、稻虱寡索赤眼蜂（*Oligosita* sp.）、稻虱食卵金小蜂（*Panstenon* sp.）和黑肩绿盲蝽。两年调查结果基本一致，被天敌消灭的卵占很大比例。一九八〇年5月10日调查266丛禾，外地迁入稻田的成虫产下的卵82粒被消灭38粒，占46.3%。6月5日调查大发生世代的卵961粒，被消灭618粒，占64.3%。早稻田迁到晚造秧田的稻虱产下的卵被天敌消灭的数量更大。一九七九年7月中旬两次调查586株秧苗中有卵126粒，其中被稻虱缨小蜂寄生的82粒，被黑肩绿盲蝽吸干的35粒，正常的仅9粒，被消灭的占92.8%。一九八〇年7月14日调查4平方米秧苗中有卵1,383粒，其中被稻虱缨小蜂寄生的659粒、黑肩绿盲蝽吸干的476粒，稻虱食卵金小蜂捕食的114粒，被消灭的共1249粒，占90.3%。晚稻早插田一般是稻虱为害的重点，但两年调查迁入早插田的飞虱产的卵被天敌消灭的高达八、九成。一九七九年8月24日调查50丛禾222粒卵，被消灭的203粒占91.4%。8月21日调查365丛禾358粒卵，被消灭的287粒，占80.2%。9月中旬调查400丛禾中，稻虱严重为害世代的卵559粒，被消灭的394粒，占70.5%，10月间稻虱卵的密度很低很难找到。但一九七九年10月间晚稻中、后期稻虱卵密度很高，被天敌消灭的也很多。10月7日调查10丛禾有卵1271粒，被消灭的达927粒，占72.9%。10月25日调查20丛禾有卵741粒，被消灭的达696粒，占93.9%。这些数据说明稻虱卵期天敌对抑制稻虱的发生起了重大作用。上述是较不感虫的品种桂朝2号、珍江13号、元汕选、华二矮、青兰早等品种中调查的结果。在感虫品种糯谷田的生态条件下，稻虱卵的密度较高，寄生率相对较低，平均每百莖禾有卵粒970粒，寄生率21—62%，平均42%。而较不感虫品种田的生态条件下，平均每百莖禾仅有卵粒100粒，寄生率45—80%，平均62%。

若虫和成虫的寄生性天敌有索线虫、螯蜂和稻虱蚋螋 (*Ele-
nehinus japonicus* Esaki et Hashiwoto)。一九七九年 6 月
中旬解剖短翅成虫 20 头, 被线虫寄生的有 16 头, 占 80%。10 月 7
日解剖 49 头短翅成虫, 被线虫寄生的 46 头, 占 93.2%。一九八〇
年调查索线虫寄生率较低, 5 月 30 日解剖 31 头, 寄生率 12.9%。
6 月 5 日解剖 43 头, 寄生率 21.8%。6 月 24 日虫口密度很低, 仅
查得短翅成虫 4 头均被寄生。9 月 28 日解剖 70 头, 线虫寄生的 13
头, 寄生率 18.57%。可见稻虱索线虫寄生率高低, 在各年度、各
季节有较大的差别。螯蜂和稻虱蚋螋的寄生率一般不高, 早稻田
调查在 1—2% 之间。一九七九年晚造秧田考查 25 头褐飞虱被螯
蜂寄生的 4 头, 占 16%。10 月 25 日考查 65 头褐飞虱, 稻虱蚋螋寄
生的 5 头, 占 7.7%, 螯蜂寄生 4 头占 4.4%。一九八〇年晚造秧田
考查 26 头褐飞虱被螯蜂寄生的 8 头占 30.76%。9 月 28 日考查 140
头, 螯蜂寄生的 3 头, 寄生率 2.14%。10 月 28 日考查 185 头, 螯蜂寄
生的 18 头, 寄生率 9.7%。螯蜂和蚋螋对减少稻虱数量作用不大。

捕食性天敌对稻虱数量的控制也是明显的。两年四造定田不
定点, 每隔 10 天调查一次田间捕食性天敌与稻虱消长情况, 也可
以看到白沙大队存在两种稻虱的田间生态条件。感虫品种糯谷田
的生态条件, 卵的密度较高, 若虫密度较大、繁殖速度也较快。
一九八〇年早、晚两造 10 块(次)调查了 1000 丛禾, 百丛禾若虫数平
均 200 头, 最高 979 头, 天敌对稻虱失去控制作用, 早、晚造都需要
施药防治一次。但在大面积较不感虫品种田的生态条件下, 除了
卵的密度较低外, 若虫密度也低, 繁殖速度慢些。早、晚造 50 块
(次)调查 5000 丛禾, 捕食性天敌数量一般比稻虱多一到三倍, 百
丛禾若虫数平均 54 头, 最高 310 头。百丛禾捕食性天敌数平均 168
头, 最高 337 头。从稻虱与天敌消长关系图 6 中, 可看出稻虱的
消长曲线始终都比天敌的低。从此可看出捕食性天敌对稻虱的控
制作用是明显的。

4. 稻纵卷叶螟和稻瘿蚊的天敌控制作用逐步恢复 稻纵

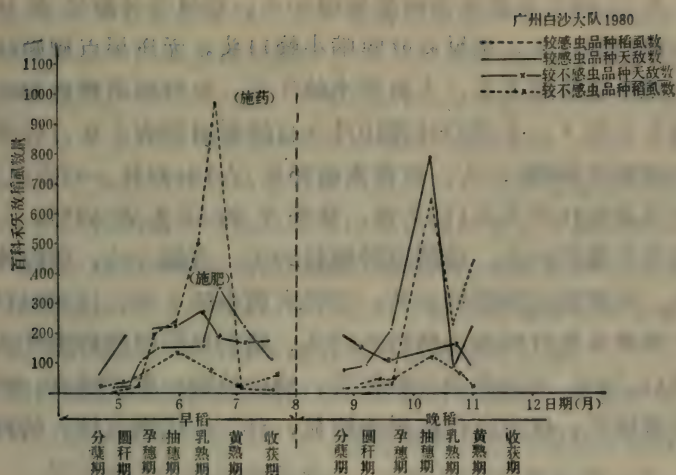


图 6 稻虱与天敌的消长图

卷叶螟卵期寄生性天敌有稻螟赤眼蜂和拟澳洲赤眼蜂 (*Trichogramma evanescens* Viggiani)。六十年代初期调查卵寄生率常达70—80%。一九七九年6月7日到18日调查10块田132丛禾, 获得第三代的卵113粒, 被寄生的仅4粒占3.54%。7月5日晚造秧田查得第四代的卵40粒, 被寄生的6粒占15.0%。9月3日晚造田36丛禾, 查得第五代的卵26粒, 被寄生的4粒占15.38%。总的来看卵期寄生率不高。但是一九八〇年有了显著的变化。6月5日到8日调查8块田2560丛禾, 获得第三代的卵619粒, 被寄生的449粒, 占72.53%; 另外被捕食的20粒占3.23%。晚造田虫口密度很低, 较难查到卵粒。从两年调查的情况可看出, 在比较合理用药的条件下, 卵寄生率已有大幅度的提高。

幼虫寄生率较低, 蛹寄生率较高。一九七九年6月9日和20日两次调查20平方米面积查获幼头146头, 被稻纵卷叶螟绒茧蜂 (*Apanteles cypris* Nixon) 寄生的5头占3.42%。7月6日和24日两次调查4平方米面积查获幼虫和蛹180头, 被寄生的

94头, 占52.22% (稻纵卷叶螟寄蝇30头, 稻纵卷叶螟绒茧蜂, 无脊大腿小蜂11头, 稻纵卷叶螟啮小蜂11头, 无斑黑点瘤姬蜂7头, 趋稻厚唇姬蜂5头, 大斑黄小蜂3头, 螟蛉悬茧姬蜂和螟蛉瘤姬蜂各2头)。8月23日到10月9日晚稻田调查3次, 112平方米内查得幼虫和蛹199头, 被寄生的36头, 占18.09%。一九八〇年6月25日调查16平方米112头蛹, 被寄生的56头占50%。(其中细菌寄生霉烂25头, 趋稻厚唇姬蜂20头, 寄蝇3头, 颗粒体病毒3头, 无斑黑点瘤姬蜂2头, 无脊大腿小蜂3头)。10月24日考查44头蛹被纵卷叶螟啮小蜂寄生10头, 趋稻厚唇姬蜂寄生9头, 寄生率43.18%。从这些调查数据看, 幼虫被寄生率不很高, 蛹期被寄生率较高, 这对当代作用不明显, 对下一代则有较大的抑制作用。

捕食性天敌对稻纵卷叶螟数量也有抑制作用。一九七九年5月24日到6月9日调查130苑禾35粒卵中被捕食的9粒占25.71%。虫口密度急剧下降可见捕食性天敌的作用。一九七九年8月23日调查五块田平均亩虫2253头, 6天后的8月29日再次调查亩虫数下降到340头、下降率84.91%。这种下降包括自然死亡, 但田间天敌数量多, 其捕食作用应予肯定。

稻瘿蚊在六十年代以前基本上受天敌控制, 仅部分为害晚造秧苗, 为害禾苗很轻。七十年代由于二熟改三熟, 品种较感虫和滥用农药等原因, 稻瘿蚊连年严重为害晚稻秧苗和本田。近年调整了耕作制度, 采用较合理用药方法。一九七九年调查卵到幼虫期的优势天敌是黄柄黑蜂 (*Platygaster* sp.), 蛹期优势天敌是东方长距旋小蜂 (*Neanastatus orientalis* Girault)。上半年黄柄黑蜂占优势, 下半年东方长距旋小蜂占优势。6月18日考查幼虫186头, 被黄柄黑蜂寄生了3头占1.61%。7月15日考查幼虫395头, 被黄柄黑蜂寄生的91头占23.04%。7月21日考查一平方米78条葱管, 黄柄黑蜂寄生的9头, 东方长距旋小蜂寄生的18头, 合计寄生率34.62%。8月上旬考查220头虫, 被寄生率高

达79.4%，以长距旋小蜂为主，次为斑腹金小蜂（*Ohtusiclava oryzae* Rao），黄柄黑蜂较少。8月22日考查218头虫中被寄生的69头，占31.65%。9月上旬考查219头虫中被寄生的101头，占46.12%。9月13日考查143头虫中被寄生的76头，占53.14%。一九七九年6月白沙大队采用秧田施药一、二次把标葱率压低到1%，第三代幼虫被寄生率23%以上，秧田中、后期不用药的受害也很轻。晚稻本田除几亩田施药挑治外，大面积没有用药也能控制稻瘿蚊为害。一九八〇年春在历年的虫源基地调查很难查到越冬的稻瘿蚊。一九八〇年没有发现稻瘿蚊的为害。

耕作制度由三造调整到两造，又能适时播种，培育壮秧、合理用药，充分发挥天敌的作用，稻瘿蚊的为害可能逐渐减轻。

5.捕食性天敌类群多数量大，是控制农田害虫的一支突击力量。两年四造共定点19块稻田，定期调查117块（次）11700丛禾共查得捕食性天敌22064头其中蜘蛛13889头，占62.95%；尖钩宽尾螳5367头，占24.32%；黑肩绿盲蝽1287头，占5.83%；青翅蚁形隐翅虫881头，占3.99%；白条丝尾螳278头，占1.26%；稻红瓢虫和其他瓢虫250头，占1.13%；步甲类112头占0.51%。

蜘蛛是稻田捕食性天敌类群中占数量最多的优势种群，经鉴定有30种，其中7个优势种。两年定点8块（次），水稻生长期间每隔一个月调查一次，每块（次）调查若干平方米面积，尽可能把全部蜘蛛采回，进行分类鉴定。两年早稻本田定点调查12块（次）68平方米，查获蜘蛛2165头。其中食虫瘤胸蛛（*Oedothorax insecticeps* Boes.et Str.）数量最多，达773头，占35.70%，其次是拟小狼蛛（*Pirata subpiraticus* Boes.et Str.）563头，占26.00%；草间小黑蛛（*Erigonidiam graminicola* Sundevall）190头，占8.78%；拟环纹狼蛛（*Lycosa pseudoannulata* Boes et Stry）127头，占5.87%；四斑锯螯蛛（*Dyschiriognatha quadrimaculata* Boes.et Str.）81头，占3.74%；棕管巢蛛（*Clubiona japonicola* Boes et Str.）74头，占3.42%；八斑球腹

蛛(*Theridion octomaculatum* Boes. et Str.) 71头, 占3.28%。两年晚造秧田调查三次10平方米, 查获蜘蛛477头。其中八斑球腹蛛数量最多, 共188头占39.41%, 其次是棕管巢蛛71头占14.88%, 拟水狼蛛44头占9.22%, 食虫瘤胸蛛40头占8.39%。两年晚造本田定点调查12块次52平方米, 查获蜘蛛1736头。其中拟环纹狼蛛数量最多, 共503头, 占28.97%, 其次是拟水狼蛛432头, 占24.88%; 四斑锯螯蛛155头, 占8.93%; 八斑球腹蛛153头, 占8.81%; 棕管巢蛛127头, 占7.31%; 食虫瘤胸蛛126头, 占7.26%; 草间小黑蛛78头, 占4.49%。蜘蛛不但数量多, 捕食稻虱的数量也很大。室内饲养观察每头蜘蛛每天可食稻虱数量: 食虫瘤胸蛛2.1—4.5头, 拟水狼蛛1.5—6.5头, 草间小黑蛛1—3头, 八斑球腹蛛1.9—4.5头, 四斑锯螯蛛2—3头。

尖角宽龟蝽是稻田中数量居第二位的捕食性天敌。早晚稻田未排水晒田之前数量较多, 晒田后数量剧降, 回水后逐步恢复。因它是半水生性昆虫, 活动于稻株水面, 伺机捕食落于水面的稻虱和叶蝉。一九七九年6月27日饲养16头, 两天内捕食稻虱11头。对稻虱有一定的控制作用。

黑肩绿盲蝽是稻田中数量居第三位的捕食性天敌, 它专门吸食稻虱和叶蝉的卵, 是稻虱卵期重要天敌之一。一九七九年观察早造前期少, 5月下旬始见, 6月增多, 百丛禾有12头, 多的达140头。晚造田间数量又比早造多, 调查3100丛禾, 平均每百丛禾有35头。一九七九年6月16日到7月20日饲养观察3批21头(若虫14头、成虫7头), 每隔2—3天放入新鲜稻虱和叶蝉卵一次, 并将旧卵取出镜检取食情况。共供卵665粒, 被吸食而干瘪的617粒, 统计平均每头每天取食卵10.3粒。

青翅蚊形隐翅虫也是田间较多的天敌。一九七九年6月24日到29日饲养一头, 食去稻虱25头, 平均每天可吃5头。

步甲是夜出性昆虫, 白天查到不多。曾发现步甲幼虫捕食稻纵卷叶螟高龄幼虫。一九七九年6月11日饲养田间捕获的一头黄

斑青步甲 (*Chlaenius Nacviger* Morawitz), 当晚食去稻虱 2 头, 第二日放入 5 头短翅型飞虱, 经 1.5 小时全部吃完, 可见其食量。一九八〇年 7 月 16 日到 17 日饲养黄盗刺蝽 (*Sirthenea flavipes* Stoe) 1 头, 供黑尾叶蝉 4 头, 被食去 2 头。

(二) 两查两定、合理用药是当前保护利用天敌可行的措施

目前, 两查两定合理用药是保护利用天敌的可行措施。二年来自白沙大队试点边调查边保护利用天敌, 减少施药面积和用药量, 既控制了虫害, 降低了成本。

稻蓟马是七十年代上升为早稻前期的主要害虫。其主要天敌有蜘蛛和青翅蚁形隐翅虫。白沙大队两千亩早稻, 采用培育壮秧, 增强抗虫能力, 使用化学农药减少秧田主要虫源, 插植后早追肥早管理, 促使禾苗早生快发, 抑制蓟马发生为害, 迁到本田的稻蓟马数量较少, 可利用蜘蛛和青翅蚁形隐翅虫捕食以控制其害。两年来通过两查两定大幅度减少了本田施药面积。一九七九年用药防治的 637 亩比一九七八年下降一半, 一九八〇年又进一步下降到 250 亩。一九七九年四月间调查每亩稻田有蜘蛛 5000—10000 头, 青翅蚁形隐翅虫 2000—3000 头。饲养观察, 四十小时每头食虫瘤胸蛛可捕食稻蓟马 8 头, 每头青翅蚁形隐翅虫可捕食 5 头。在四月十一日早稻分蘖期平均二蔸禾有蜘蛛 1 头, 稻蓟马 3.6 头, 不施农药禾苗也不受害。需要施药的田块, 尽量采用少杀伤天敌的农药。两年不再使用广谱性的一六〇五和六六六混合粉剂, 而改用有效低浓度的农药, 如马拉硫磷加稻瘟净, 每亩各一两, 加水喷雾。既能杀死稻蓟马又对天敌杀伤力较低。

稻瘿蚊是七十年代上升为晚稻的主要害虫。白沙大队一九七九年早稻无效分蘖标蔸率 3—5%, 预计第三代发生量较大, 晚稻秧苗和禾苗可能受害。在合理用药 (秧针期施 3% 呋喃丹颗粒剂三斤) 控制晚秧标蔸率 1% (对照为 11%), 调查黄柄黑蜂达 23% 情况下, 不再施用农药。第四代标蔸率上升到 2%, 黄柄黑蜂和东方长距旋小蜂寄生率上升到 34.6%。本田前期第五代标蔸

率不到1%，寄生率上升到79.4%。第六代本田标葱率仍不到1%，寄生率维持50%左右。全大队两千亩晚稻除了四亩田标葱率较高需施药挑治外，大面积没用药防治也可控制稻瘰蚊为害。由于化学农药用量减少，天敌控制害虫的状况得到改观，一九七九年冬到一九八〇年春越冬幼虫极少。一九八〇年早稻田第二代已查不到标葱，晚秧苗和晚稻均不受为害。

稻虱是早晚稻的主要害虫之一。天敌控制稻虱的情况，前面已有所论述。过去对这些情况不了解，往往存在着盲目施药的倾向。白沙大队两年来的综合防治稻虱措施，除了少种感虫品种和注意合理施肥外，重点实行了两查两定保护利用天敌的措施，一查虫口密度与天敌数量，定防治对象田，二查若虫盛发期，定防治时间。一般百丛禾达800头若虫就施药防治，但天敌数量超过稻虱的，防治指标放宽到百莠禾1500头若虫。这样就压缩了施药面积。一九七九年早、晚稻分别挑治48亩占2.4%，和108亩占5.1%；一九八〇年早、晚稻分别挑治5亩和7亩。

边调查边保护利用在其他措施的配合下显示了综合防治害虫的经济效益。白沙大队初步达到了三增（增产、增收、增天敌）三减（减少用药量、药费 and 环境污染）的要求。增产方面，一九七八年水稻年亩产1010斤，一九七九年增至1150斤，一九八〇年又增至1186斤，两年亩产增加176斤。增收方面，一九七八年按人口平均每人每年分配收入100元，一九七九年增至119元，一九八〇年又增至130元，两年增加30元。一九七六年水稻和花生每亩药费5.12元，一九七七年实行了合作防治每亩药费下降到1.98元，一九七八年降到1.41元，一九七九年又降到1.28元，一九八〇年由于三化螟发生数量较多，亩药费回升到1.58元，但仍比一九七六年和一九七七年底。减少了环境污染，一九七六年到一九七七年大量使用广谱性的甲基一六〇五、六六六混合粉剂，这两年，改用了杀虫脒、马拉硫磷、乐果、敌百虫、稻瘟净等农药。

（三）通过调查天敌资源和保护利用，有利于提高测报的准

确性和综合防治水平

害虫的综合治理，是一个生态问题。害虫的发生发展受环境诸因素影响，其中一个很重要的因素，就是天敌因素。但过去的预测预报或防治措施基本上是针对害虫而言的，很少考虑到天敌。因此防治指标偏高，施药面积扩大，增加了农药费用和环境污染。所以，测报要准确，措施要实惠，必须把天敌因素考虑进去，才能经济有效地控制虫害。

测报的中心问题是预测害虫的数量消长。天敌对害虫数量消长的影响是重要的。一九七九年不少地方对稻飞虱预报为大发生。结果是轻发生，从调查材料证明，天敌起了很大作用。例如早造外地迁入飞虱数量不少，但卵块被缨小蜂寄生及黑肩绿盲蝽吸食的占六、七成，6月中旬飞虱成虫被线虫寄生达78.5%，捕食性天敌等于害虫的一倍多，晚造8月下旬飞虱卵被寄生和吸食的50—91%，10月上旬飞虱成虫被索线虫寄生93.2%，捕食性天敌比害虫多38%，这就控制了飞虱为害。所以测报工作只有在调查害虫的同时调查解剖饲养天敌，掌握益害比及互相制约的关系，这样就能较准确地作出预报，有效地控制虫害。

过去一些防治措施如黑光灯诱虫、养鸭除虫、铲草灭虫源等，通过两年的天敌调查，如何应用才合理有加以分析的必要。

黑光灯诱杀的天敌数量多于害虫，两年调查结果是一致的。所以我们认为长年用黑光灯诱杀昆虫是利少弊多的。两年15个月中，仅有五个月天敌数量稍少于害虫。这五个月是一九七九年的7月和10月，一九八〇年的3月、7月和10月。其余十个月天敌等于害虫的四倍以上。两年210个晚上黑光灯诱杀的1715635头昆虫中，水生昆虫（龙虱、长须水虿、负子蝽、划蝽等）和其他对水稻来说既无益又无害的昆虫（一种体小而黑的隐翅虫、蝼甲等）1508131头占87.90%，天敌145959头占8.51%，害虫61545头占3.59%。天敌等于害虫的2.37倍（1979年2.83倍，1980年2.02倍）。

天敌中尖须步甲数量最多占46.56%，尖钩宽尾蝽为次，占30.62%，黄足蚁型隐翅虫占15.34%，青翅蚁型隐翅虫占1.55%。此外还有黄盗刺蝽、稻红瓢虫和寄生蜂等。

害虫中次要害虫占67.90%，包括大白翅叶蝉30.79%，黑尾叶蝉9.92%，金花虫9.32%，蝼蛄3.20%，金龟甲3.05%，稻螟蛉2.60%。主要害虫仅占32.10%，其中三化螟29.16%（七月间为害晚稻秧苗的第三代螟蛾占8.5成）、稻虱2.28%、稻纵卷叶螟0.65%、稻瘠蚊0.01%。

水生昆虫和其他无益又无害的昆虫中，小龙虱占44.60%，费氏麻牙甲、榄形赖牙甲和红脊胸牙甲等占31.27%，划蝽类占17.38%，一种体小而黑的隐翅虫占4.35%，此外还有刺大牙甲、三星龙虱、灰龙虱、负子蝽和蝼甲等。

养鸭除虫是普遍提倡推广的。但鸭的食性很杂，不仅食有害动物，也食有益生物。1979年春收小麦迹地犁耙前调查每平方米有蜘蛛25—60头，青翅蚁型隐翅虫6头，害虫未发现。耙田时，放一只母鸭在田中捕食半小时后进行解剖，发现其嗉囊中有蜘蛛54头、蚊1头、蝇蛆3头。由此可见鸭捕食蜘蛛量是很大的。养鸭除虫的效果要看田间有害动物多还是有益动物多来衡量。早稻生长前期，稻田的主要害虫是稻蓟马，主要天敌蜘蛛，每平方米有12—15头。这时放鸭下田主要是捕食蜘蛛，因为稻蓟马虫体细小，在叶端卷叶中或心叶中活动，不易被捕食。五月下旬，稻田害虫稻飞虱和稻纵卷叶螟一般百丛禾不到一百头，而天敌蜘蛛有100—300头，尖钩宽尾蝽200—400头。这时放鸭下田也是主要捕食天敌的。6月下旬到7月上旬稻虱较多的田块仅有53亩（1979年48亩，1980年5亩），占两年早稻面积的1.3%。在这些田放鸭捕食稻虱是可以收到效果的。但98.7%的稻田中百丛禾稻虱数量不足一百头，蜘蛛数量多达100—300头。大面积放养鸭群便起到捕食天敌作用了。因此，养鸭除虫，要看害虫与天敌情况，在稻虱大发生的情况下，有计划地分期分批放鸭落田是可以灭虫的。

又如稻象甲和稻蝗发生较重的田块，集中鸭群捕食害虫是可取的。如果随便放养下田可能是利少害多的。

冬春期大面积推广铲净田基和水圳上的杂草，是过去提倡的消灭越冬虫源的措施。两年调查结果发现田边、圳边、沟边杂草是天敌的主要越冬场所，而主要害虫却是少数。一九八〇年1月调查田基、圳边杂草10平方米中有蜘蛛113头，青翅蚁形隐翅虫162头，还有步甲、瓢虫、趋稻厚唇姬蜂等9头，这几类天敌共计284头。而害虫仅有大白翅叶蝉2头，白翅叶蝉2头，稻黑蜡象2头，共计6头。在硬骨草上还发现稻虱缨小蜂寄生的飞虱卵，这种卵不是褐稻虱等害稻的飞虱卵，而是非害稻的飞虱卵。通过这些调查结果，我们提出冬春铲草灭虫源也要有目的地进行。即经过调查确实是稻瘿蚊等重要害虫虫源基地，才把其中杂草铲净。非虫源基地的杂草不铲除为宜，以便保护各种天敌安全越冬。

稻田蜘蛛的保护和利用*

湖南师范学院生物系 湖南湘阴县农业局

蜘蛛是人们很熟悉的一类小动物，八足无翅、善于纺丝。虽早在二千年前，我们的祖先就流传着“蜘蛛集而百事喜”的民间谚语，认为蜘蛛多是丰年的预兆，但是，由于对它缺乏研究，蜘蛛类在自然界里的确作用很少记载。六十年代开始，国外注意到蜘蛛在农业上的作用，以致不少生防工作者和经济昆虫学家认定蜘蛛是自然界的最重要的一类捕食性天敌。我们于一九七二年以来，尤其一九七五年以来，在省科委、省农业局的领导和支持下，进行了有关的基础理论研究及稻田蜘蛛保护和利用试验，使我们认识到稻田蜘蛛资源丰富，具有控制害虫良好特性，确有利利用价值。实践证明，蜘蛛对相关害虫有显著的控制效益。现将我们几年来对稻田蜘蛛研究试验结果，简介如下：

一、稻田蜘蛛资源丰富

一九七二年以来，在我省三十五个县和兄弟省市进行了稻田蜘蛛的种类调查。一九七五年起，我们在华容、沅陵、湘阴等县进行了稻田蜘蛛发生量、生物学特性以及消长规律等系统调查，基本上摸清了稻田蜘蛛种类、数量和控制害虫的良好性能，看到蛛源丰富，大多数地区都有保护利用的物质基础。

(一) 种类多

* 本文执笔人为湖南师范学院生物系王洪全副教授。

通过各地稻区所采标本分类,到一九八〇年止,已鉴定的稻田蜘蛛18科,130余种。其中我省有16科,115种,湘阴试验区有15科52种。这些科、种,各地大同小异,均有参考价值。

(二) 数量大

化学农药使用较少的地区,在早稻中、后期,少者每亩有蛛3—6万头,如沅陵等山区,多者可达5—8万头(如桑植),晚稻可达5.5—21万头。湘阴县属于湖区,据一九七八年调查,6月10日以后,早稻田一年保护区,每亩有蛛1.8—5万头,二年区3—6.25万头,三年区5—8.25万头,最高可达13.5万头;8月20日以后在晚稻田调查,一年区每亩2.7—5.5万头,二年区3.75—7.5万头,三年区4.75—12.75万头,最高达17.25万头—20余万头。一九七六年至一九七九年,保护田和化防田蜘蛛发生量系统考察结果见表1。稻田蜘蛛常占捕食飞虱、叶蝉成、若虫的天敌总数的80—95%,是飞虱、叶蝉最主要的捕食性天敌。早稻前作田,蜘蛛发生量也相当大,其中以草籽留种田蜘蛛基数最高,沅陵山区常有68—85万头,这是早稻本田的蛛源。

稻田蜘蛛数量占优势的有10种,即草间小黑蛛(*Erigonidium graminicolum*)、食虫瘤胸蛛(*Oedothorax insecticeps*)、拟环纹狼蛛(*Lycosa pseudoannulata*)、拟水狼蛛(*Pirata subpiraticus*)、稻田水狼蛛(*pirata japonica*)、八斑球腹蛛(*Theridion Octomaculatum*)、棕苞管巢蛛(*Clubiona japonicola*)、锥腹肖蛸(*Tetragnatha japonica*)、圆尾肖蛸(*Tetragnatha shikokiana*)、茶色新圆蛛(*Neoscona theisi*)。爪哇肖蛸(*Tetragnatha javana*)是某些山区的优势种。其中前五种发生量最大,常占早稻田总蛛量的90—96%,占晚稻田总蛛量的77—90%。

事实证明,稻田蛛源丰富,而且优势种不多,易于识别,便于掌握。但是,稻田蜘蛛的种类和数量、各地发生是不平衡的,尤其是用药水平高的地区,基数较小,进行保护利用时,首先应

进行资源调查，逐步恢复其种群。

表 1 稻田蜘蛛发生量考察

单位：亩

发生量 (头)	年次	1976年		1977年	
		保 护 田	化 防 田	保 护 田	化 防 田
早 稻 期	5 月	2,000—5,500	250—5,000	500—6,500	
	6 月	2,500—13,000	2,000—9,000	8,000—28,500	
	7 月	15,000—38,500	500—13,500	24,000—32,000	
晚 稻 期	8 月			6,500—16,000	500—5,400
	9 月			11,000—36,000	3,600—21,600
	10 月			37,000—66,000	7,200—15,600
备 注		沅陵清水坪公社		湘阴里湖	

发生量 (头)	年次	1978年		1979年	
		保 护 田	化 防 田	保 护 田	化 防 田
早 稻 期	5 月	500—36,000	500—24,000	3,000—20,500	1,500—11,500
	6 月	1,500—64,500	9,000—23,500	42,000—112,000	9,000—43,000
	7 月	51,000—129,000	42,000—84,000	95,500—124,000	31,250—65,000
晚 稻 期	8 月	4,800—9600	7,800—9,600	14,400—49,200	4,200—27,600
	9 月	16,800—84,000	9,600—29,400	68,400—128,400	25,200—57,600
	10 月	33,600—181,200	38,400—92,400	130,000—194,400	18,000—51,600
备 注		湘阴里湖		湘阴里湖	

二、蜘蛛治虫性能良好

通过室内外系统调查观察，蜘蛛确有良好的治虫特性。

（一）真正的蜘蛛是肉食性

蜘蛛不食害农作物，性情凶猛，专捕活虫，即使饱食，若遇活虫，也必咬死才罢休。“棉红蜘蛛、柑桔黄蜘蛛”等，虽也叫蜘蛛，但属于螨类，其形态和食性与真正的蜘蛛都不相同，它们是为害植物叶片的植食性叶螨。

（二）食性广泛，能捕食多种害虫

稻田蜘蛛既能捕食不完全变态的飞虱、叶蝉与蝗虫等成、若虫，也能捕食完全变态的螟虫，纵卷叶螟、稻苞虫等的成幼虫，并能捕食棉田蚜虫，棉铃虫等卵和低龄幼虫。与优势种蜘蛛生态环境一致的害虫，常是其最主要食物，如稻飞虱和稻叶蝉。

（三）蜘蛛食量大，耐饥饿

据大田笼罩试验观察，每天每头捕食飞虱、叶蝉数：蛛虫比1:10，草间小黑蛛为0.7—2头；八斑球腹蛛为0.65—1.86头；蛛虫比1:20，拟环纹狼蛛为0.9—6.46头；稻田水狼蛛为1.19—5.97头；棕苞管巢蛛为1.75—4.5头，对控制飞虱、叶蝉效果很理想。在上述蛛虫比的情况下，小型的草间小黑蛛、八斑球腹蛛，六天内可下降到1:2.25—2.39，控制效果在77.9—78.5%，高达88%，仅个别降为1:4，控制率60%。中型的拟环纹狼蛛，稻田水狼蛛，棕苞管巢蛛，6天内可分别下降到1:2.29；1:1.59；1:2.33，控制效果分别为88.9%；90.9%；88.5%。如果是若虫盛发期，控制效果更好，小型的八斑球腹蛛与草间小黑蛛，蛛虫比在1:10时，二天内下降50—60%；中型的拟环纹狼蛛，蛛虫比在1:20时，二天内下降78%；而空白对照，六天内仅下降3.75%。但蜘蛛每天捕虫量的多少，常与飞虱、叶蝉密度大小有密切关系，一般情况下虫口密度大，

捕食量大，虫口密度小，捕食量小。例如，草间小黑蛛，密度大，蛛虫比1:10，每天食2头；1:4—6，每天食1.5头；1:2—4每天仅吃0.7头。拟环纹狼蛛，蛛虫比1:20，每天食6.46头；1:4—8，每天食1.89头；1:2—4，每天仅吃0.9头（表2）。

表2 不同蛛种对飞虱、叶蝉的控制效果

1977—1979年

蜘蛛名称	蛛虫比	重复次数	平均日捕虫量(头)			平均下降蛛虫比			平均虫口下降率(%)		
			第二天	第四天	第六天	第二天	第四天	第六天	第二天	第四天	第六天
草间小黑蛛	1:10	5	2	1.5	0.7	1:8.42	1:3.99	1:2.25	37.3	62.3	78.5
八卦球腹蛛	1:10	5	1.86	1.5	0.65	1:6.29	1:4.75	1:2.39	37.1	66	77.9
拟环纹狼蛛	1:20	6	6.46	1.98	0.9	1:8.00	1:4.2	1:2.29	59.5	79.2	88.9
稻田水狼蛛	1:20	4	5.97	1.94	1.10	1:8.06	1:4.19	1:1.59	59.7	79.1	90.9
棕苞管巢蛛	1:20	4	4.5	2.59	1.75	1:11.25	1:5.8	1:2.33	45	70.9	88.5
圆尾肖蛸	1:15	4	2.88	1.86	1.25	1:9.25	1:5.5	1:2.75	37.5	63.7	80
空白对照	0:80	2	0	0	0	0:79.5	0:73.0	0:27	0.625	2.5	3.75

蜘蛛与飞虱、叶蝉比差大，六天内残存量，比差小，残存量也小，蛛虫比差不宜太大，太大难以控制（见图7）。

大田系统考察结果，与大田笼罩试验相接近，据在湘阴县五·七干校的杂优田考察，一九七七年9月25日调查，百苑禾的飞虱突然上升到4568头（若虫盛发），蛛虫比为1:19，蜘蛛随之由240头迅速上升到336头至602头。虽然4、5代飞虱发生世代重叠，虫卵继续孵化，10月5日调查，蛛虫比降为1:12，10月10日调查的蛛虫比下降为1:3.4，10月15日蛛虫比1:4.1。这里说明，稻田蜘蛛如果都是草间小黑蛛或拟环纹狼蛛，蜘蛛与飞虱、叶蝉在1:10或1:20的情况下，飞虱、叶蝉若虫已达最高

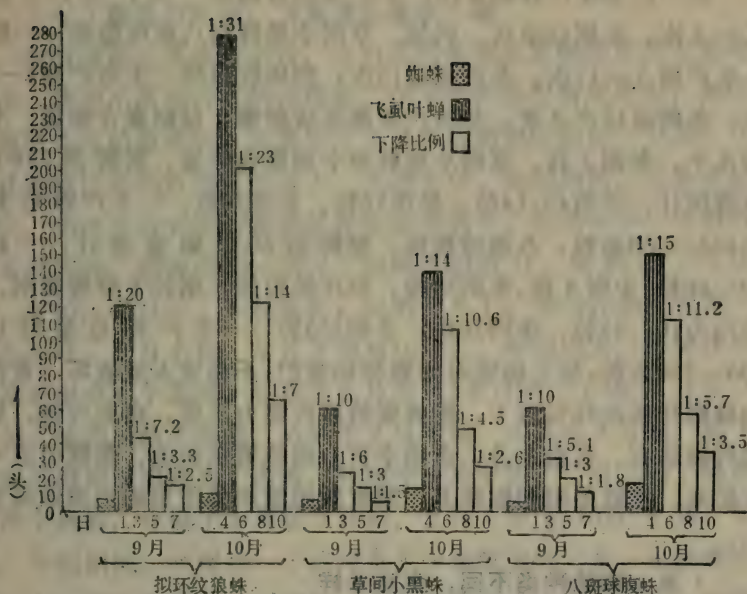


图7 大田笼罩捕食飞虱、叶蝉效果

峰期，六天内可以控制下来，不会成灾。但田间不可能是同一种蜘蛛，因而确定飞虱、叶蝉是否需要采取其他防治措施时，应根据主要蛛种、基数和飞虱、叶蝉的龄期，参考捕食效果，拟定防治参数。湘阴早稻以草间小黑蛛为主，参数定为1：4—5，晚稻以狼蛛为主，参数为1：8—9。四年试验证实，此参数基本上是可行的。

由于蜘蛛食量大，耐饥能力也强。取食一次，少则十几天，多则几十天，以至上百天不会饿死。如草间小黑蛛，温度31℃左右，15—31天内不会饿死；拟环纹狼蛛在20℃左右，能饥饿53—116天。田间害虫暂时减少，不会引起蜘蛛饥饿死亡，害虫再次上升，蜘蛛仍然继续捕食。

(四) 蜘蛛繁殖力强

经一次交配，便能多次产卵。每头母蜘蛛一生产卵，少的4—5次，多则10余次。例如，草间小黑蛛与八斑球腹蛛，一般一生产卵8—12次，多的可达15次；拟环纹狼蛛一生可产卵4—5次，多的可以产8次。每次产卵都形成卵囊，每卵囊含卵量，少则几十，多则上百。草间小黑蛛每个卵囊含卵量，据解剖130个卵囊统计，平均42.14粒，最少18粒，最多70粒，一生产卵总量达400—600余粒；八斑球腹蛛，据解剖80个卵囊统计，一般40—50粒，少则8粒，多则84粒；拟环纹狼蛛，据52个卵囊解剖，平均为107.81粒，少则35粒，多则225粒，一生产卵总量可达500—700余粒。加上蜘蛛对卵囊特别爱护，不易受天敌破坏，常使幼蛛孵化率在95%以上。蜘蛛繁殖后代能力之强，由此可知。如果气候适宜，害虫上升，食物丰富，蜘蛛繁殖加速，基数可进一步提高。这就是田间蜘蛛多，能有效控制相关害虫的主要原因之一。

（五）蜘蛛种类不同，生态多样

虽所有蜘蛛只有结网和不结网两大类型，但游猎和张网部位不一，作物上、中、下三部均有分布。圆蛛和肖蛸类蜘蛛大多布网叶面和茎叶之间，亦有少数布网下部，专捕飞行害虫；微蛛，球腹蛛布不规则网于茎秆中、下部，即捕小型飞虫，又能离网捕食飞虱、叶蝉成、若虫；拟环纹狼蛛等游猎水稻基部，主捕飞虱、叶蝉；猫蛛巡回茎秆之间，跳蛛、蟹蛛、管巢蛛来回茎叶间觅食，故蜘蛛对各类生态环境的害虫都能捕食。但蜘蛛对各类害虫控制力的大小不一，主要由于不同生境的蜘蛛种类和数量不等所造成。

（六）蜘蛛发生代数不一，寿命较长

草间小黑蛛、八斑球腹蛛，一年发生6—7代，一般能生活一百余天，多的可达282天至一年。拟环纹狼蛛一年发生二代和不完整三代，寿命一般一年至两年，长的可达三年。蜘蛛的自然种群不受外力破坏，能在田间长期发挥捕虫作用。

(七) 蜘蛛与叶蝉、飞虱消长基本一致

稻田蜘蛛主要是三个科，它们的消长决定着蜘蛛总发生量的大小。草间小黑蛛为主的微蛛科，在早稻田发生密度最大；拟环纹狼蛛为主的狼蛛科，主要发生于早稻后期和晚稻前、中期；八斑球腹蛛以晚稻后期密度最大。在整个早、晚稻期间，三者此起彼伏，始终左右着田间蜘蛛总发生量的消长。据几年早、晚稻田的系统调查，插秧后15—20天，蜘蛛开始回升，早稻田于6月中、下旬，7月中、下旬盛发；晚稻于8上、中旬开始出现第一次小高峰，9月上旬，9月下旬与10月上、中旬盛发。叶蝉在早稻期间出现三个高峰，分别于5月中旬，6月中、下旬，7月中、下旬；晚稻田两个高峰，分别于8月中旬，8月底9月初。褐飞虱在早稻期间出现两个高峰，分别于6月中旬，7月上旬；晚稻田两个高峰，分别于8月底9月初，9月下旬至10月上旬。可见，早稻期间，叶蝉第一个高峰发生于蜘蛛盛发之前，虽然发生量不大，但为蜘蛛提供了食物，促使蜘蛛随之上升。此后，蜘蛛盛发期与叶蝉第二、三高峰和飞虱第一、二高峰相一致；晚稻期间，蜘蛛第一次高峰与叶蝉第一个高峰相吻合，叶蝉由于秧苗带卵，发生量大，蜘蛛受双抢影响，尚未回升，叶蝉出现短期的“逃脱”现象，为防矮缩病，秧田应用药防治。但由于叶蝉提供了蜘蛛的良好食物，使蜘蛛很快回升，蜘蛛盛发期与稻飞虱出现的两个主要高峰完全一致，成了生态平衡中的一对矛盾（图8、9）。

(八) 蜘蛛与叶蝉、飞虱成正相关

蜘蛛与叶蝉、飞虱的变态类型相同，消长基本一致，生态分布一致。从数理统计的相关系数演算和分析，也体现出稻田蜘蛛与叶蝉、飞虱关系密切。据几年来不同年次的27块田的系统调查计算，相关系数 r 在0.53—0.97范围之内，均成正相关。助迁和保护蜘蛛的田块，相关系数 $r=0.78—0.97$ ，化防田相关系数 $r=0.78—0.94$ ，对照田相关系数 $r=0.53—0.97$ 。早、晚稻前期，蜘蛛

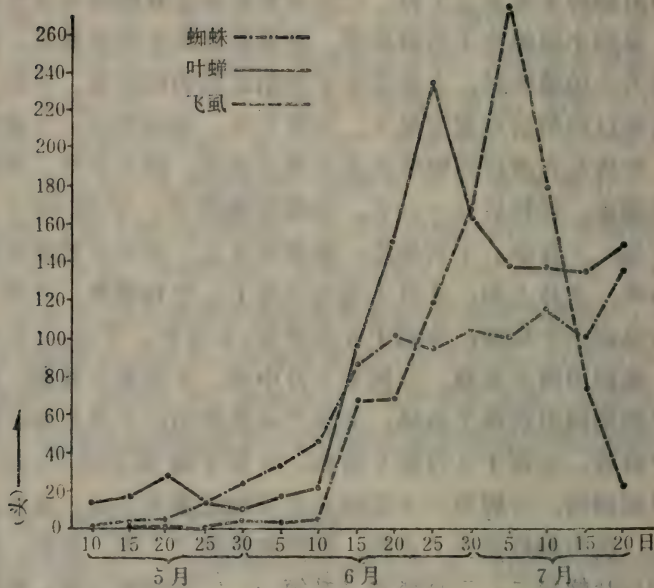


图8 早稻田间蜘蛛、叶蝉、飞虱消长情况

蛛与叶蝉相关性强，早、晚稻后期，蜘蛛与飞虱相关性强，正符合于控制这两种主要稻虫的要求。

综上所述，蜘蛛这些特性有利于治虫，把农田蜘蛛看作农田害虫最主要的捕食性天敌是恰当的。在无外力干扰破坏的情况下，蜘蛛在维持生态平衡过程中起有重要作用，也应是无疑的。

三、影响蜘蛛消长的主要因子

根据几年的调查，影响蜘蛛消长的主要因子，主要有四：

(一) 温、湿度

温度过高过低，常延缓或停止蜘蛛的生长发育期，甚至死

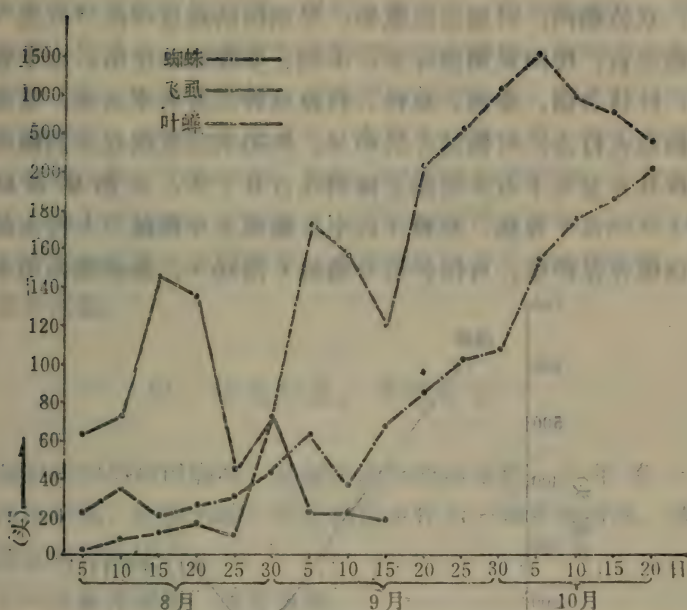


图9 晚稻田间蜘蛛、叶蝉、飞虱消长情况

亡。例如，草间小黑蛛在湖南湘阴，当年10月11日到来年2月12日，历经124天，由于气温低，每一雌蛛仅产2个卵囊；5月19日—7月3日，气温上升，历期60—70天，每一雌蛛产卵囊14—15个；7—8月，气温过高，虽有些雌蛛还能产4—6个卵囊，但寿命显著缩短，成、幼蛛大批死亡。湿度过大过小，也不利于多种蜘蛛的生长发育。干干湿湿能促进发生发展。

(二) 食物

田间作为蜘蛛食物的害虫多少，决定蜘蛛的发育和繁殖能力，虫少则蛛难以发展，蛛多虫必需相应增加，所以，一定的害虫数量是保持田间有一定蜘蛛基数的必要条件。

(三) 农事活动

无论农事活动规模大小，均有程度不同的影响。例如，春

插，双抢期间，田埂留隐蔽物，早稻田的蛛量可比“三光”田高一倍左右。田间长期灌深水，不利于多种蜘蛛生活。由于蜘蛛无翅，迁移力弱，春插、双抢、秋收秋种三大农事活动，常是对蜘蛛的最大打击，可使越冬后和早、晚稻期间发展起来的蜘蛛，由每亩几万至几十万头突然下降到几百几千头，杀伤率在50（秋收）—95%（春插、双抢）以上，造成全年蜘蛛三个特大起伏。如田埂开保护坑，可保护部分蜘蛛（图10），蜘蛛逐渐增多。

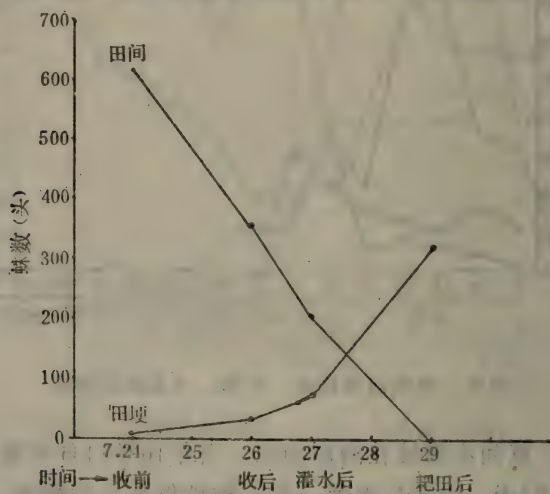


图10 双抢活动对田间、田埂蜘蛛的影响

（四）化学农药

蜘蛛对化学农药很敏感，化学农药对蜘蛛均有一定杀伤力。但杀伤力的大小，常因选用农药品种，使用浓度和方法不同而异。氯制剂和剧毒的磷制剂化学农药，高浓度喷雾、喷粉，蜘蛛很难幸存。例如一九七七年晚稻田，仅在8月17日和10月3日各施一次4049和甲六粉，后期蜘蛛很难回升，蜘蛛发生高峰期，保护区要高7—8倍。一九七八年，双抢期用甲氯粉打保护带（田埂）和挑治枯心田，狼蛛大量杀伤，后期飞虱迅速上升，但以杀

虫脉有效低浓度喷雾防白穗，每亩2两左右，防治效果好，对叶面蜘蛛有一定杀伤，对茎秆与地面蜘蛛无大影响。呋喃丹深施，撒施防治飞虱、叶蝉效果好，对地面蜘蛛有杀伤，对茎秆与叶面蜘蛛影响不大，例如一九七九年，对螟虫，防白穗，改用杀虫虫脉低浓度喷破口期，不喷下部，狼蛛、球腹蛛未受影响，一直处于稳定状态和上升趋势。了解这些因子对蜘蛛消长影响，对我们如何创造有利蜘蛛发生发展条件，克服不良因子对蜘蛛的影响，提供了重要依据。

四、措施配套，保蛛治虫

保护和利用稻田蜘蛛，必须走综合防治道路，全年统一部署，措施配套，协调治理，把保蛛治虫作为一项重要措施。这项工作应从两方面进行。

（一）全年安排，前后协调

保蛛治虫，是利用自然天敌控制害虫的为害，必须想方设法逐步提高田间蜘蛛等天敌基数，不能象化防那样，临时要用即用，不必事前做田间积累工作。为此，我们总结了一个全年保蛛治虫，前后协调的示意图，将一年四季划分为七个主要农时，规定每一农时的主要措施，步步落实（图11）。

（二）稻田防治病虫，措施协调配套

稻田病虫很多，防治的措施多种多样，必须做到措施协调配套，尽可能减少对蜘蛛等天敌的杀伤，提高对病虫控制的效果。主要做好如下三方面工作。

1. 农业防治为基础、保蛛除虫 从保蛛治虫出发，处理病虫越冬场所，深水灭蛹，打捞浪渣，合理布局，减少病虫来源；选插抗病虫品种，培育壮秧，保证插秧质量，提高水稻抗病虫能力；合理施肥，科学管水，适时中耕，除草去杂，改良蜘蛛等天敌的生活环境，恶化病虫发生条件，控制病虫基数。

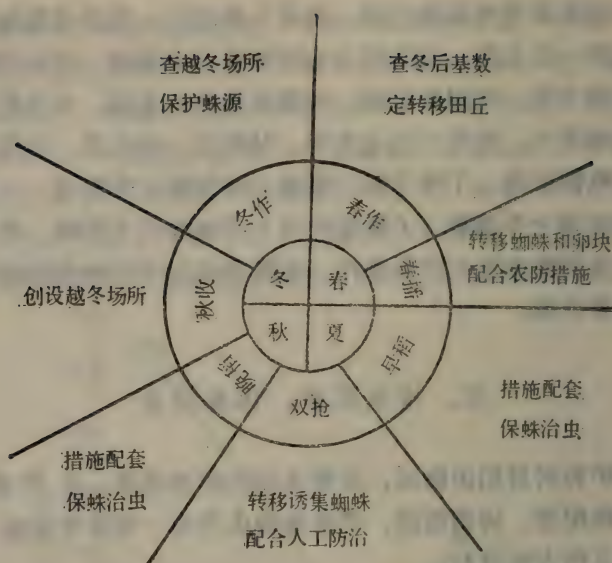


图11 全年保蛛治虫协调示意图

2. 保护蜘蛛等天敌，发挥生物防治作用

(1) 助迁转移蜘蛛，由前作田进入后作田：春作草子田是草间小黑蛛的主要蛛源田。早稻田以保护利用草间小黑蛛为主，晚稻田以保护利用狼蛛和球腹蛛为主。根据蜘蛛具有需水又怕水，耐高低温又怕高低温，喜隐蔽又爱通风透气，春季微蛛能纺丝借风飞航，夏季，狼蛛有逃避不利生活环境等习性，大规模农事活动和施化学农药是对蜘蛛致命打击的因子。春作期间，查明越冬后的蛛源，定转蛛对象田。春插期，翻土拣蜘蛛卵块，移置田埂，松土护卵，复草防干，任其自孵下田；或田埂设置隐蔽物（堆放草皮、或放草把、或种作物、或开保护坑），提供蜘蛛隐居场所；或翻耕灌水时，散放草把（束中间、两端膨大），竖立田间，上收微蛛，下收狼蛛，多则每把上千头，少则也数百头。每把有一定蛛量后，即立即转入早插田，将蛛振落于田面，草把

可回收使用。双抢期，以田埂设荫蔽物或田埂开保护坑为主，草把转蛛的效果不理想。田埂设荫蔽物或开保护坑，应在早稻收割和犁田灌水前进行，而后轮翻轮插，赶狼蛛上田埂隐蔽，使叶蝉等害虫断食饿死。保护坑，以一尺长，半尺宽，入土2—3寸为宜，坑内土块不需打碎或取出，只需挖成裂缝，能容蜘蛛钻入即可。坑上盖草防干，增加隐蔽度。早稻田蜘蛛产卵叶面，可在收割时发动小孩摘叶转卵，插于早播晚稻田。这样，使蜘蛛免遭杀伤，有较多的蜘蛛能顺利地从前作田转移到后作田，提高后作田的蜘蛛基数，以占叶蝉与飞虱的优势。

(2)发挥本田生物治虫作用：做好保护田间蜘蛛等天敌工作，发挥转入本田天敌的治虫作用；田间蜘蛛等天敌难以控制相关害虫时，采用当地现有生防手段，控制病虫为害。

3.“两查两定”，措施配套，保蛛治虫 蜘蛛转入早、晚稻本田的主要目的是控制叶蝉与飞虱，但早、晚稻本田又常是多种病虫发生时期，要保蛛治虫，必须做好两查两定和措施协调配套工作。例如，纵卷叶螟发生，可用杀螟杆菌或加一两杀虫脒进行防治；稻苞虫可用杀螟杆菌防治；纹枯病可用井冈霉素防治；还可用人工、物理防治。试验证明，上述措施配套，对害虫有防治效果，对蜘蛛杀伤力很小或没有杀伤力。如果不具备上述措施、或上述措施不足以控制某些害虫，如三化螟，二化螟，或叶蝉与飞虱已超过防治指标，已超过一定蛛、虫比值，无法控制，不要回避施化学农药，但应选择对害虫杀伤率高、对蜘蛛杀伤小的药剂，推广有效低浓度用药，改进施药方法，讲究防治策略，能深施的不撒施，能撒施的不喷粉、喷雾，能挑治的不普治，能兼治的不单治，减少对蜘蛛等天敌的杀伤，提高对害虫的防治效果。

秋收期、收前调查蜘蛛基数，虫多蛛少田翻耕冬沤；蛛多虫少田种绿肥保蛛；蛛、虫相当田丘播种小麦、油菜，以达除虫保蛛目的。

冬作期，查明蜘蛛越冬场所，田间堆积土块，田埂堆放草皮，田边树杆扎把，既为蜘蛛提供越冬场所，又为冬后提供产卵场所。

五、保护利用蜘蛛效果显著

（一）田间蜘蛛逐渐上升，大面积控制叶蝉、飞虱

据一九七八年，早稻十次系统调查，每百蔸蛛量累计，一年保护区为1174头，二年区为1284头，三年区为1689头；叶蝉、飞虱总量则分别为744.5头、588头、435头。蜘蛛逐年上升，叶蝉、飞虱逐年下降，一般不必施用化学农药。一九七七年防治面积不超过总面积的3%。一九七八、一九七九年基本未施用化学农药。据一九七八年晚稻11次系统调查蛛量统计，一年区为1655头，二年区为1597头，三年区为2784头；飞虱、叶蝉分别为2693头，6245头，14001头。虽蛛、虫均有上升，但一九七七、一九七八年的80%左右田丘仍在控制范围之内，不必防治。一九七九年，蜘蛛与飞虱始终控制在1:3以内，均未达防治指标，没有用药；一九八〇年，虽飞虱大发生，七月上、中旬灯下虫量比一九七九年同期大二十八倍，迁入田间百蔸虫量大八倍，后期百分之百接近或超过防治指标，由于蜘蛛密度大，里湖大队百分之五十稻田的飞虱很快下降到防治指标以下，未进行防治，其它田丘也仅防治一次，即控制了为害。

（二）保护蜘蛛也保护了其他天敌

三年来，田间益虫日益增多，青蛙处处可见。例如一九七七年系统调查，捕食飞虱卵的黑肩绿盲蝽，比化学农药防治的田高几倍到几百倍。叶蝉卵被褐腰赤眼蜂寄生达70%左右，稻虱缨小蜂的数量也较大。一九七九年调查二代三化螟卵块70%被寄生，绒茧蜂到处可见，隐翅虫的数量也较往年为多。一九八〇年三代叶蝉卵块被寄生率达90—100%，卵粒被寄生率达76.8—91%；二

代纵卷叶螟卵被寄生率达21.3—48.7%，幼虫被寄生率达20.9—46.4%。11月上旬，晚稻收割后调查200禾菟，尚有蜘蛛289—353头，黑肩绿盲蝽43—44头，隐翅虫29—34头，瓢虫16—97头。据一九七九年调查采集统计，各类天敌共84种，一九八〇年增到100余种。图12是保护蜘蛛和化学农药防治田的系统考察曲线图，示保护蜘蛛和黑肩绿盲蝽的效益。

（三）减少化学农药用量，节省病虫害防治经费

一九七七年，重点试验区2800余亩早、晚稻，采用其他措施配套，没有使用化学农药，病虫害防治经费大幅度下降。如北湖公社里湖大队，农药费用由一九七六年每亩5.40元降到0.61元。一九七八年扩大到北湖公社全社，一万五千余亩早、晚稻，二千七百余亩棉花，全部进行试验，化学农药用量下降58%，防治经费由一九七七年的每亩3.19元下降为1.12元，里湖大队下降到0.54元；一九七九年北湖公社继续试验，早稻基本未用化学农药，虽晚稻秧田和本田遇到多种病虫害暴发，全年每亩病虫害防治经费也只1.35元；一九八〇年病虫害特大发生，病虫害防治经费不仅没有增加，反而下降为每亩0.98元。一九七九年湘临公社学北湖公社保蛛治虫，全部进行试验，一年见成效，农药用量也大幅度下降，每亩防治经费由一九七八年的5.49元下降为2.22元，一九八〇年下降为1.5元。

（四）降低稻谷残毒，人畜安全

据一九七七年在试验区和化学农药防治区抽样，请湖南农学院残毒分析组化验分析，试验区虽土壤含有农药残毒，糙米的“六六六”总含量为0.14—0.48ppm，甲基一六〇五总含量为0.03—0.05ppm，均未超过食用允许标准；而化学农药防治区糙米含“六六六”总量为1.22—2.64ppm，比试验区高2.5—16倍，甲基一六〇五含2.03—2.4ppm，比试验区高9.2—80倍，远远超过了食用允许指标。

往年进行化学农药防治时，田间农药味冲鼻，甚至大米煮成

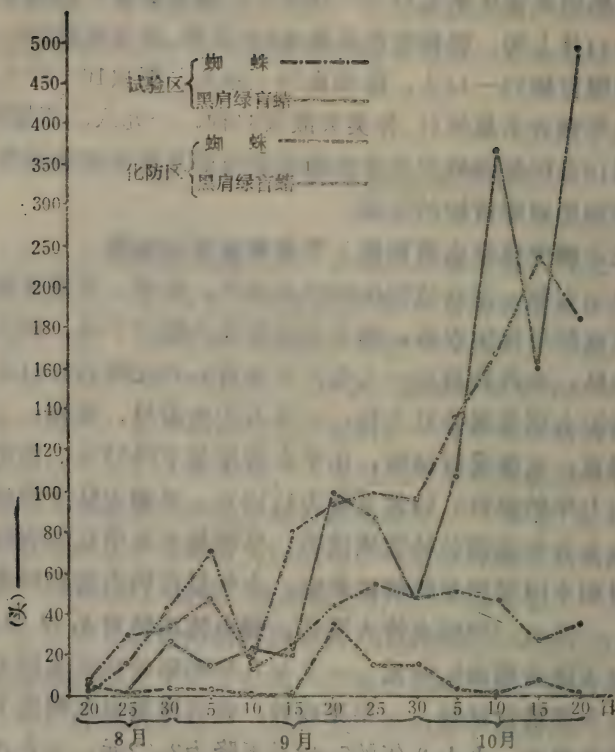


图12 保护蜘蛛和保护黑肩绿盲蝽关系图

熟饭也带有农药味，施药人员中毒经常发生，田间天敌少见，鱼虾几乎绝迹。现在，空气新鲜，鱼虾、天敌逐渐增多，农药中毒事例大为减少。例如湘临公社，一九七八年施药时中毒的有100余人，其中36人住进医院治疗。一九七九年实行保蛛治虫，仅因六个生产队不信保蛛能治虫，坚持化学农药防治，有五人中毒。

(五) 稻谷产量逐年有所上升

一九七七年，湖区普遍减产，试验区产量也低于一九七六年，但比同年的邻近化学农药防治区高，早稻每亩高6—69斤，晚稻高47—82斤；一九七八年，北湖公社粮食总产量超历史水

平，15000余亩水稻，增产三百万斤左右，比一九七七年增产27%。一九七九年比一九七八年又增产9—12.6%。一九七九年开始试验的湘临公社，水稻比一九七八年增产3899万余斤。一九八〇、一九八一年，全县推广，粮食仍是历史上最好水平。

由于保护利用蜘蛛有较好的实效，试验面积日益扩大。省协作组统计，全省一九七六年试验面积为300余亩，一九七七年为72000余亩，一九七八年达980000余亩，一九七九年统计，已达100余万亩。

稻飞虱、叶蝉几种主要寄生蜂的 生物学特性及其保护利用*

浙江省温州地区
农业科学研究所

金行模 张纯霄 黄信飞 李妙寿

稻飞虱、叶蝉是水稻的主要害虫，近年来为害日趋严重，采用单一的药治手段虽然对控制它们的为害起到一定作用。但是，如果在防治上忽视了天敌的因素，就会导致一系列新问题的出现。尤其是在一些用药水平高、盲目用药或者其他技术措施不当的地区，造成天敌数量严重下降，害虫“再度猖獗”，不仅导致一系列公害问题，而且也给防治工作带来了很大的困难。

作为稻飞虱、叶蝉的天敌相当丰富，据报道，已被记录的有13目50科200种以上，其中天敌昆虫有十分明显的抑制作用。其累计效果不亚于药剂防治。如果充分发挥它们的作用，褐腰赤眼蜂累计效果达到80%，缨小蜂为88%，螯蜂为99.1%，蜘蛛为97.6%，线虫为99.8%，头蝇为98.9%，宽尾螯为98.1%。为了深入探讨这些天敌的保护利用价值，我们自一九七二年起先后对褐腰赤眼蜂、飞虱缨小蜂和螯蜂进行了较为深入的研究，初步明确了它们的生物学特性及保护利用措施。现将结果分述如下：

一、褐腰赤眼蜂〔*Paracentrobia andoi*(Ishii)〕

褐腰赤眼蜂隶属纹翅小蜂科、邻赤眼蜂属。该蜂在我省稻区

* 本所姜王森、李小娇、金莉芬同志参加部分工作。

广为分布，黑尾叶蝉卵寄生率高达80%以上，是田间抑制黑尾叶蝉为害的重要天敌。据考查，近年来黑尾叶蝉的衰退，显然跟该蜂的作用有很大关系。

（一）田间自然发生情况

早稻期间，褐腰赤眼蜂的寄生率随气温上升而逐代递增，一般年份，第一代黑尾叶蝉卵寄生率常在10%以下，第二代寄生率上升到20—40%，第三代上升到60%以上。晚稻前期因受农事操作影响，寄生率下降到20—30%，以后相当一段时间内，寄生率无明显波动，10月上旬后，田间基本停止用药，虫蜂逐渐回升，立冬前叶蝉虫口锐减，卵寄生率相应提高，个别特迟熟田寄生率达80%以上。

各类型田虫、蜂分布及其动态：早稻前期，绿肥田早稻第一代黑尾叶蝉及寄生蜂数量一般比迟插田多；早稻后期，虫、蜂均向迟熟田转移，迟熟田虫、蜂量高度集中，成为晚稻早插田的主要虫、蜂来源田，存蜂量高的田块，每亩可达800万头以上。早稻收割后，虫、蜂绝对值明显下降，部分虫、蜂向早插晚稻田及秧田转移，早插田虫、蜂量最大，中插田次之，迟插田最少。晚稻后期，虫、蜂向贪青迟熟田集中产卵，收割后，寄生卵内的寄生蜂继续发育进入老熟幼虫或蛹期，并随稻草在寄生卵内越冬。据调查，特迟熟晚稻田的蜂量每亩高达100万头以上，一般为10万头左右。

田间当代寄生率和次代寄生率的关系：据多年来的调查资料，当代寄生率与次代寄生率成正相关（表1）。

（二）生活史

越冬情况：褐腰赤眼蜂以蛹或老熟幼虫在迟熟晚稻草叶鞘组织内的寄主卵内越冬。越冬时间自11月开始，次年4月中旬至5月上旬越冬蜂羽化，以4月下旬羽化居多，占总羽化蜂数的83.9%。

各代历期：据室内饲养观察，褐腰赤眼蜂在温州每年自4—11月间繁殖11—12代。各代历期见表2。

表1 当代褐腰赤眼蜂寄生率与次代寄生率的关系

(早稻期)

当代寄生率(%)	次代寄生率(%)	
	幅度	平均
1以下	17—25	22
1—20	32—62	47
20—30	50—60	55
30—40	59—80	64

表2 褐腰赤眼蜂各代历期

代次	观察蜂数 (头)	产卵期 (月/日)	羽化期 (月/日)	羽化率 (%)	各代历期(天)			各代平均 温度(℃)
					最短	最长	平均	
越冬代	445	10/15—10/26	4/10—5/3	70.3	172	209	19.2	12.9
1	701	4/19—5/4	5/22—6/6	77.4	24	62	56.2	22.4
2	114	5/23—5/31	6/10—6/26	70.5	15	25	17.5	24.0
3	591	6/11—6/22	6/22—7/11	82.2	10	23	17.0	24.6
4	150	6/29—7/2	7/12—7/18	89.3	12	17	12.5	24.8
5	244	7/15—7/18	7/24—7/29	86.6	10	16	11.9	27.9
6	635	7/25—7/29	8/3—8/11	87.8	10	18	11.9	27.8
7	770	8/4—8/7	8/15—8/20	83.8	11	16	11.8	27.5
8	396	8/16—8/19	8/29—9/4	83.7	13	18	13.6	26.2
9	38	8/30—9/7	9/11—9/18	80.0	10	19	14.5	25.3
10	29	9/13—9/20	9/29—10/7	60.7	14	21	18.0	23.4
11*	204	9/30—10/9	10/18—11/6	25.1	18	36	35.4	21.4
12	154	11/4—11/8	—	—	—	—	—	—

* 第11代部分寄生卵进入越冬。

(三) 生活习性 & 环境影响

1. 成虫习性

羽化：成蜂羽化多在白天，以上午6—8时羽化最盛，8—10时次之，下午极少，第10、11代下午亦有部分羽化。

交尾及产卵：成蜂羽化后，不久即交尾，交尾时间少则几秒，多则2分钟以上，当日或次日产卵。寄生密度颇高，在黑尾叶蝉卵块中，全部卵粒寄生的占72.1%，每雌蜂产卵量平均14.3粒，单胚生殖，每粒寄生卵出蜂一头。

成蜂活动及寿命：成蜂趋光性强，在阴暗条件下，活动缓慢。越冬代平均寿命3.7天，以后各代平均寿命降至2—3天。

寄主：据国内外文献记载，褐腰赤眼蜂除寄生黑尾叶蝉外，还能寄生褐稻虱等飞虱卵，但据我们几年来用褐稻虱、灰稻虱、白背稻虱的卵作为寄主重复进行接种试验，结合六、七年来田间采来几十万粒褐稻虱卵检查结果，均未发现该蜂能寄生褐稻虱等飞虱卵。

田间扩散能力：据调查，迟熟早稻田的褐腰赤眼蜂羽化后，向邻近早插晚稻田的扩散有效距离为80米左右。40米以内的扩散再寄生效果明显，早稻收割后半个月检查，其寄生率比远离蜂源田300米的对照点，增长21.8—27.8%，收割后一个月检查，比对照点增长52.5—67.7%。

2. 寄生卵习性

抗干燥能力：越冬寄生卵抗干燥能力较强，羽化良好。其中保湿存放的越冬稻草内的寄生卵羽化率为78.5%，干藏稻草的羽化率为81.4%，田间留茬的羽化率较低，仅47.3%，这可能是因多湿发霉所致。

抗高温曝晒能力：早稻草内的寄生卵经高温曝晒后，羽化率略有下降，但黑尾叶蝉的卵孵化率下降更多。曝晒1和3天，蜂的羽化率分别为69.8%和62.2%，虫卵孵化率分别为21.2%和80.1%。

冷藏对羽化率影响：寄生卵在 2℃ 下冷藏 6—8 天对生活力影响不大，羽化率仍达 68% 以上，冷藏 10 天后，羽化率降到 51.1%，冷藏 24 天，羽化率下降到 30%。

浸水对寄生卵的影响：寄生卵受暴雨或深灌浸水 30 小时，羽化率为 81.3%，浸水 55 小时羽化率为 10.1%，未浸水（对照）羽化率为 88.8%。未寄生的叶蝉卵浸水 30 小时卵孵化率为 89.7%，浸水 55 小时卵孵化率为 46.1%，未浸水（对照）孵化率为 98.6%。浸水对寄生卵的影响大于未寄生卵。

药剂影响：室内外试验结果表明，喷施 2,500 倍一六〇五乳剂，无论对寄生卵的发育前期或后期杀伤力均较大，寄生卵死亡率高达 97.2—99.3%。相反对未寄生的叶蝉卵杀伤力并不大，卵孵化率为 40—60%，马拉松、亚胺硫磷等农药对寄生卵前期影响不大，羽化率为 80% 以上，但对寄生卵后期杀伤力明显增加，死亡率分别为 74.1% 和 89.8%，泼浇 40% 乐果（2.5 两/亩），90% 敌百虫（2.5 两/亩），50% 甲胺磷（1.5 两/亩），50% 稻瘟净（2.5 两/亩），12.5% 速灭威粉剂（0.4 斤/亩），6% 可湿性六六六（2 斤/亩）等农药对寄生卵影响较小，羽化率在 52.3—80.6% 间。同种药剂施用低浓度对寄生卵的杀伤力较施用高浓度小。据试验，50% 马拉松 0.5 两加 50% 稻瘟净 1 两比各用 2.5 两的配方，施药后寄生卵羽化率提高 2.8 倍。乐果加稻瘟净各 1 两寄生卵羽化率为 84.4%，剂量增至各 2.5 两，寄生卵羽化率下降到 58.5%。

从大面积上看，药剂使用合理与否对蜂群的影响及害虫的猖獗程度影响很大。瑞安县塘口大队 1034 亩水田，自一九六九至一九七四年，由于用药较盲目，每亩晚稻平均用药 8.5 次 1000 斤稻谷农药成本费达 6 元以上，平均每年施用对褐腰赤眼蜂影响极大的一六〇五乳剂 2—3 斤，致使褐腰赤眼蜂种群数量严重下降，第三代黑尾叶蝉卵寄生率一直徘徊在 10% 左右，黑尾叶蝉发生严重，为害猖獗；一九七五年后，由于合理用药，推广了“二查二

定”及“有效低浓度”，特别是逐步淘汰了一六〇五等药剂，农药费用降至每千斤稻谷1.9元，并使第三代黑尾叶蝉卵寄生率一直稳定在70%左右，尽管每年第三代叶蝉每亩卵量仍高达200万粒以上，但三代若虫一直猖獗不起来，黑尾叶蝉得以自然控制。

（四）人工放蜂效果

蜂、虫不同比例对寄生率的影响：室内测定结果：当蜂、虫（雌雄各半）比例在1:0.5—4时，寄生效果明显，当代寄生率为71.0—90.1%，蜂、虫比例降到1:6—10时，当代寄生率仅15.8—22.7%。

小区放蜂效果：据一九七六年在早插晚稻田进行小区试验，每亩放蜂量分2万、4万和未放蜂（对照）三个处理，放蜂前检查各区叶蝉卵寄生率为14—15%，放蜂后10天和28天检查放蜂区的寄生率显著高于对照区（表3）。

表3 不同放蜂量的效果比较

1979年，温州

考查日期 (距放蜂天数)	考查项目	每亩放蜂 2万只	每亩放蜂 4万只	对照未放蜂
10	黑尾叶蝉总卵数	992	1240	3038
	寄生卵粒数	620	775	496
	卵寄生率(%)	62.5	62.5	16.3
28	黑尾叶蝉总卵数	2604	806	1922
	寄生卵粒数	2418	806	744
	卵寄生率(%)	92.9	100	38.7

大田放蜂效果：一九七五年温州市三溪区郭一大队在早稻第一代黑尾叶蝉发生期，用上年留存的带蜂稻草放蜂100亩，每亩放蜂5,000头，放蜂后10天，放蜂区叶蝉卵寄生率为32.6%，未放蜂对照田为3.83%；到7月上旬，放蜂区寄生率上升到74.6%，

对照区为54.7%，寄生率相应增长35%，大大抑制了二、三代叶蝉为害。

应该指出，大田释放蜂群，当代放蜂效果并不太理想，这可能与叶蝉产卵期长，寄生蜂成虫寿命较短有关。但放蜂后，次代寄生率上升很快，防治效果显著，其原因是由于再寄生的蜂群大大增强了寄生机会所致。

（五）保护利用措施

褐腰赤眼蜂在各地分布普遍，寄生性专一，在黑尾叶蝉发生期，一般都能获得自然寄主，对抑制叶蝉为害能起到良好作用。但该蜂在全年生活中，也有它的薄弱环节，加以田间药剂防治不恰当等干扰，不能充分发挥它的作用。因此，改善有利于寄生蜂增殖的条件，将为今后利用该蜂的主要内容之一。根据其生物学特性和田间试验结果，提出下列保护利用措施。

1. 选留褐腰赤眼蜂寄生卵密度大的晚稻草单独收藏，保护安全越冬 迟熟晚稻田是褐腰赤眼蜂越冬卵大量留存的场所。过去由于收割后的晚稻草混杂堆放，次年四、五月羽化的成蜂，仅有草堆边缘的能飞出外，草堆内部的成蜂均窒息死亡，导致次春越冬蜂基数骤降。第一代叶蝉卵被寄生率极低，第二、三代被寄生率虽有所提高，还仍达不到抑制叶蝉的理想效果。为了改善该蜂的越冬条件，应在黑尾叶蝉大发生年，晚稻收割前，分田取样抽查迟熟田块的稻草各500—1000根，计算每亩越冬寄生卵数，找出寄生卵密度高、无白叶枯病和稻瘟病的田块，将这些田块的稻草单独收藏，借以保护寄生蜂安全越冬、羽化。

2. 早、晚稻前期放蜂，加强田间褐腰赤眼蜂的群势 在越冬代成蜂未羽化前，黑尾叶蝉开始产卵时，将带蜂晚稻草分放在早插早稻田内，释放新蜂。放蜂量一般应占黑尾叶蝉成虫总量的25—50%，借以扩大早稻前期寄生蜂的基数，提高第一代叶蝉卵寄生率，压低叶蝉虫口，控制次代叶蝉为害。晚稻前期放蜂是为了保护迟熟早稻草内羽化出的成蜂成活、扩散，增强晚稻前期寄生蜂

群势。应该注意，早稻草内的蜂、虫共存，在收割后将陆续羽化和孵化。因此，放蜂工作必须在带蜂早稻收割后立即进行，并在放蜂田的田边和放蜂点的水面上滴油，以便将孵化落水的若虫杀死。

3. 晚稻各类型田合理布局，引渡寄生蜂从蜂源田顺利地 toward 邻田扩散。在晚稻开始移栽时，有意识地将部分早插田安排在毗连迟熟的蜂源田附近，以便羽化后的成蜂迅速转入繁殖，借以增加田间蜂量。

4. 改进测报方法，合理用药，把生防和化防有机地结合起来，把田间各代虫、蜂发生量及其比例同时纳入测报内容，对寄生蜂和其他天敌足够控制叶蝉为害的田块，免用药治。当几种稻虫前后并发时，要尽量做到兼治，减少药治次数，压缩药治面积，这样即使施药田块的蜂群暂时下降，也很快从未施药田的蜂群进行补充。在施药时间上，应尽可能避开成蜂羽化高峰期。在选用药剂种类时，应免用一六〇五、二二三等对该蜂杀伤力大的农药，选用对黑尾叶蝉高效，对褐腰赤眼蜂低毒的药剂，借以保持寄生蜂的优势，持续有效地控制黑尾叶蝉的发生发展。

二、飞虱缨小蜂 (*Anagrus* sp.)

寄生于稻飞虱卵的缨翅缨小蜂属 (*Anagrus*) 在温州地区已发现有稻虱缨小蜂、拟稻虱缨小蜂、长管稻虱缨小蜂、短管稻虱缨小蜂和稗飞虱缨小蜂等五种。它们是褐稻虱、白背稻虱和灰稻虱卵期的主要寄生性天敌。

(一) 田间发生情况

1. 消长情况 越冬代成蜂羽化后，先以杂草上的几种飞虱卵作为寄主繁殖若干代，随着种群数量的增长，逐步扩散到稻田内。6月中旬，稻飞虱迁入稻田不久，卵量还不大，这时被缨小蜂寄生的卵寄生率可达60%左右。7月中旬田间飞虱猛增，卵量

很大, 繖小蜂的繁殖速度跟不上, 寄生率下降到 30% 以下。晚稻前期, 飞虱因受夏收农事操作的影响, 卵量减少, 寄生率又复回升到 60% 左右。到 9 月中下旬, 田间常因施药治虫杀伤了不少繖小蜂, 导致寄生率下降, 直到晚稻后期, 寄生率才逐渐回升到 70% 以上。

2. 三种繖小蜂发生比例 稻虱繖小蜂、拟稻虱繖小蜂和长管繖小蜂在田间的发生比例, 因时间不同而异。早稻后期以稻虱繖小蜂居多, 占总蜂量的 77.6%, 长管繖小蜂次之, 占总蜂量的 20.6%, 拟稻虱繖小蜂最少, 占总蜂量的 1.8%。晚稻前期稻虱繖小蜂占总蜂量的比例开始下降, 由原来的 77.6% 降到 43.2%, 长管繖小蜂的比例增至 45.4%。晚稻中、后期, 拟稻虱繖小蜂的发生比例大增, 由原来的 8.4% 猛增到 46.2%, 稻虱繖小蜂比例相对下降直到 11 月上旬下降到 14.6%。蜂种发生量的变动, 除了与寄主稻虱发生量的变动有关外, 还和温度有关。稻虱繖小蜂的耐寒性较强, 而拟稻虱繖小蜂和长管繖小蜂的耐寒性较弱。试验证明, 当室温保持在 20℃ 上下时 (40 天以上), 稻虱繖小蜂和拟稻虱繖小蜂的发生量之比为 5.4—17.7 : 1, 当平均室温持续在 30℃ 上下时 (40 天以上), 两蜂之比变为 1 : 9.4。

3. 虫、蜂孵 (羽) 化高峰期 田间繖小蜂的羽化高峰期, 一般在稻虱若虫孵化高峰后几天出现。一九七九年 10 月于第五代褐稻虱产卵高峰后。从田间随机采回带卵植株, 经剥查后将褐稻虱和白背稻虱卵分别置于保湿培养皿中, 然后逐日观察, 记载繖小蜂羽化数和若虫孵化数, 结果表明: 繖小蜂在褐稻虱若虫孵化高峰后 2—11 天内, 白背稻虱若虫孵化高峰后 3—10 天内, 发现两个以上高峰, 在两羽化高峰间均有 4—5 天的羽化低落期 (图 13)。

(二) 生活史

1. 越冬 飞虱繖小蜂以老熟幼虫或蛹在褐稻虱、拟褐稻虱、灰稻虱和黑边黄脊飞虱 (*Tripya propinqua* Fieber) 等寄主卵

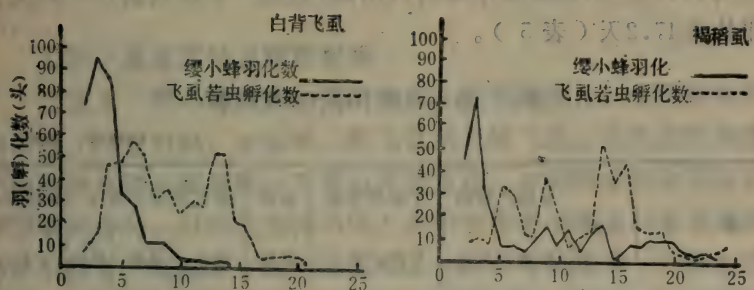


图13 田间缨小蜂及飞虱若虫羽(孵)化情况

内越冬，其中寄生在向阳坡地及沟边的狗牙根、铺地黍和双穗雀稗等杂草上的黑边黄脊飞虱卵中越冬的占绝大部分，尤以鲜嫩的狗牙根上越冬寄生卵最多，在稻草上寄生卵内越冬的缨小蜂一般随稻草的干枯而死亡，仅少数能成活（表4）。

表4 缨小蜂越冬情况

1978年，温州

越冬场所	寄主	寄生卵数 (粒)	羽化日期 (月/日)	羽化总蜂 数(头)	羽化率(%)
狗牙根残枝	黑边黄脊飞虱	107	4/4—5/15	6	5.6
狗牙根鲜枝	黑边黄脊飞虱	213	3/21—5/5	168	78.9
铺地黍残枝	黑边黄脊飞虱	—	4/3—5/20	23	—
铺地黍鲜枝	黑边黄脊飞虱	—	4/12—5/20	19	—
上年稻草(保湿)	褐稻虱	466	5/23—5/28	13	2.8
上年稻草(不保湿)	褐稻虱	483	5/1—5/10	2	0.4

越冬蜂自11月开始过冬，来年4月上旬大量羽化，少量在3月上旬羽化。

2. 年生活史及各代历期 据一九七八年温州室内饲养观察结果，稻虱缨小蜂一年可繁殖15代。完成一代需经16—53天，平

均为47.2天。拟稻虱缨小蜂各代历期,完成一个世代需13—55天,平均为47.2天(表5)。

表5 稻飞虱缨小蜂各世代历期

1978年,温州

寄主	代次	母蜂产卵期 (月/日)	子蜂羽化期 (月/日)	观察 蜂数	各代历期(天)			各代平均 气温 (℃)
					最长	最短	平均	
黑边黄脊飞虱	1	4/12—4/15	5/2—5/26	40	44	20	25.6	18.9
	2	4/26—5/8	5/19—5/31	69	28	15	21.1	20.1
	3	5/21—5/29	6/3—6/19	18	21	12	15.1	23.7
褐稻虱	4	6/6—6/12	6/17—7/3	175	21	9	13.5	25.8
	5	6/19—6/28	6/28—7/9	89	14	9	10.0	27.4
	6	7/3—7/4	7/11—7/27	193	23	8	10.4	28.0
	7	7/12—7/15	7/26—8/1	85	20	8	9.5	29.8
	8	7/23—7/24	8/1—8/6	30	15	8	9.7	29.0
	9	8/3—8/8	8/26—8/22	94	14	8	9.6	28.0
	10	8/17—8/20	8/26—9/9	241	23	7	11.0	27.5
	11	8/27—8/29	9/5—9/18	114	20	9	10.3	27.9
	12	9/6—9/9	9/16—10/11	33	36	10	17.3	23.5
	13	9/21—9/26	10/12—11/6	11	44	16	21.3	20.0
	14	10/15—10/19	11/2—12/5	72	53	18	27.4	16.6
黑边黄脊飞虱	15*	11/7—11/24	12/5—1/10	58	55	13	47.2	13.0

* 第15代部分以幼虫或蛹越冬。

拟稻虱缨小蜂各代历期与稻虱缨小蜂相近,而长管缨小蜂完成一个世代的历期比稻虱缨小蜂稍短2—4天。

稻虱缨小蜂的卵和幼虫的历期平均为5—6天,蛹期为5

天。

(三) 生活习性及其环境影响

1. 寄主 缨小蜂的寄主范围较广，除褐稻虱外，还能寄生拟褐稻虱、白背稻虱、灰稻虱、稗飞虱和长绿飞虱，其中拟稻虱缨小蜂和稻虱缨小蜂尚能寄生黑边黄脊飞虱。各种缨小蜂在稻田多种寄主共存时，对寄主选择不同，其中长管缨小蜂在白背稻虱卵内寄生较多。稻虱缨小蜂和拟稻虱缨小蜂在褐稻虱卵内寄生较多。稗飞虱缨小蜂主要寄生于稗飞虱和长绿飞虱卵内。

2. 羽化时间及成蜂寿命 成蜂羽化时间以上午 6—9 时最多，占全日羽化总蜂数的 82.7%，9—11 时次之，占 16.7%；下午羽化极少，占 0.6%，但碰到阴雨天或气温显著降低时，大部分延至下午羽化。成蜂寿命在日平均温度 23℃ 时为 2 天，10℃ 时为 5 天。

3. 寄生卵的抗干能力 寄生卵对湿度极为敏感，室内保湿处理的寄生卵，羽化率可达 85% 以上，干燥处理的，几乎全部不能羽化。

4. 性比 稻虱缨小蜂和拟稻虱缨小蜂各代的性比，一般是雌蜂大于雄蜂，其比例为 1.5—3.6 : 1。

5. 交尾及产卵 成蜂羽化后不久，即行交尾。交尾时间少则 2 秒钟，多则 2 分钟，一般 0.5—1 分钟。交尾后即行产卵。个体间产卵量差异很大，少的仅产 1 粒，多的可产 40 粒以上，平均为 18.9 粒。

6. 生殖方式 缨小蜂具有两性生殖和孤雌生殖两种方式。稻虱缨小蜂未交尾的雌蜂，能行孤雌生殖，其后代全是雄性。拟稻虱缨小蜂能产孤雌生殖，其后代全是雌性。

7. 低温影响 褐稻虱被缨小蜂寄生后，其寄生卵无论是幼虫期或蛹期，在 0℃ 以下，持续冷藏 5 天，均不能成活，即使少量能继续发育一个阶段，但最终也将死亡。在 2—4℃ 下，寄生卵的死亡率明显下降，冷藏 6 天，死亡率为 30.8—43.5%，冷藏 15

天，死亡率75.7—85.3%。在8—10℃下寄生卵死亡率进一步下降，冷藏10天，死亡率为32.0%，冷藏20天，死亡率为50.3%，冷藏30天，死亡率81.6%。试验结果表明，寄生卵的发育前期对低温的抗逆能力高于寄生卵发育后期。

8.田间杂草对寄生蜂发生发展影响 田间调查发现，寄生在稗草上的多种飞虱，其卵寄生率较高，卵量也大。平均每丛稗草的存蜂量一般比每丛水稻的存蜂量高3—22倍。试验结果表明稗草具有很高的“育蜂”能力，最多每丛有蜂338只。稗草上的蜂群向邻近水田的扩散有效距离为30米，扩散效果为7.6—49.2%（表6）。

表6 稗草存蜂量与水稻存蜂量比较

1979年，温州

项 目	稗 草			水 稻		
	调查丛数	总寄生卵数 (粒)	平均每丛蜂 量(只)	调查丛数	总寄生卵数 (粒)	平均每丛 蜂量(只)
调查日期						
8月11日	6	777	129.5	/	/	/
8月21日	6	383	63.8	40	0	0
9月5日	6	290	48.3	40	305	7.6
9月8日	6	2028	338.1	40	603	15.1

9.药剂防治对飞虱缨小蜂的影响 飞虱缨小蜂受药剂影响较明显，使用不当，就会严重破坏田间益害昆虫的低水平平衡。

(1)常用农药对寄生卵的影响：在常用农药中，以800倍50%杀螟松乳剂，800倍25%亚胺硫磷乳剂和1,500倍50%乙基一六〇五乳剂对寄生卵的杀伤力最大，死亡率分别为94.2%、73.0%和62.6%。相反，稻虱虫、卵死亡率均在11%以下。喷施800倍甲胺磷乳剂，800倍12.5%速灭威粉剂，800倍40%乐果乳剂对寄生卵影响较小，死亡率均在23%以下。田间小区试验情

况与室内试验的情况基本一致。

(2) 不同施药期对繇小蜂群落的影响：由于飞虱繇小蜂羽化高峰期一般比褐稻虱、白背飞虱等推迟 3—11 天，因此，施药时间是否正在繇小蜂羽化高峰期，对繇小蜂成蜂的杀伤情况各异，进而影响繇小蜂群落的发展。试验结果表明，用药时间避开羽化高峰期比寄生蜂羽化高峰期用药田块寄生率增长 13—49%，其寄生率与不施药的田块相接近（表 7）。

表 7 不同施药期对飞虱繇小蜂群落的影响

1979 年，温州

施药时间	药剂名称	施药方法	每亩用量 (斤)	检查总卵数 (粒)	寄生卵数 (粒)	未寄生卵数 (粒)	寄生率 (%)	寄生率* 增长 (%)
10月20日 (繇小蜂羽化始盛前)	90%敌百虫草木灰	撒施	0.4 + 15	924	458	466	49.6	48.9
	12.5%速灭威粉剂	泼浇	0.5	450	253	197	56.2	31.6
	6%甲六杀螟粉	泼浇	2.5	186	92	94	49.5	13.0
10月30日 (繇小蜂羽化高峰期)	90%敌百虫 + 草木灰	撒施	0.4 + 15	456	152	304	33.3	
	2.5%速灭威粉剂	泼浇	0.5	55.3	236	317	42.7	
	6%甲六杀螟粉	泼浇	2.5	809	354	455	43.8	
对 照	不施药	—	—	784	361	423	46.0	

* 寄生率增长%指繇小蜂始盛前施药后的寄生率比羽化高峰期施药后寄生率的增长百分比。

(3) 不同施药方法对寄生卵影响：同一药剂由于施用方法的不同，对寄生卵的杀伤力有较大差异。一九七九年晚稻后期试用甲六杀螟粉（2 斤/亩）、80%敌敌畏（0.25 斤/亩）和 50%乙基一六〇五乳剂（0.1/亩）三种药剂，用喷雾、毒土和泼浇三种施药方法进行对比试验结果：毒土法和喷雾法比泼浇法对寄生卵影响较小，施药后寄生卵死亡率相应下降 5—26%，其原因可能由

于植株较大，采用喷雾法的药剂接触稻茎机会相对减少所致。相反，泼浇法则易使药剂接触稻茎，对寄生卵杀伤力较大。

(4)不同施药方法对成蜂的影响：田间不同施药方法，对成蜂的杀伤情况各异，在缨小蜂羽化高峰期施药，喷雾法比泼浇法对成蜂杀伤力大，施药后8天检查寄生蜂再寄生率，泼浇法比喷雾法增长13%。

(四) 保护利用措施

利用飞虱缨小蜂抑制稻飞虱的为害，是生物防治中值得探讨的一个问题。根据该蜂的生物学特性及环境因子的影响，初步提出下列保护利用措施。

1. 提供缨小蜂安全越冬和春季繁殖寄主 田埂、沟边的狗牙根、双穗雀稗、铺地黍等禾本科杂草的黑边黄脊飞虱和拟褐稻虱不为害水稻，而是多种缨小蜂的主要越冬寄主，这些植被和飞虱抗寒性强，除严冬外，在早春平均气温上升到8℃以上，即开始生长繁殖。为次春缨小蜂加速繁育提供良好寄主，是培育和加强缨小蜂群势的必要条件。由于这几种杂草既非多种稻虫的主要越冬场所，也不是多种稻病的寄主植物，应适当保留。在冬季不必提倡全面清除，借以保持一定的生态系，对保护缨小蜂安全越冬和促进次春种群发展都起到一定作用。

2. 早稻前期采用尼龙薄膜简易温室繁蜂 早稻初期可以在简易尼龙温室中，种植狗牙根双穗雀稗、铺地黍等禾本科杂草，饲养大量黑边黄脊飞虱、稗飞虱等作为飞虱缨小蜂的寄主。然后接入缨小蜂，借以获得大量寄生卵，连同植株假植于田埂或水沟中，以此来提高早稻前、中期稻飞虱的卵寄生率，扩大蜂群基数，控制后期稻飞虱的为害。

3. 早稻黄熟期和收割期，供给填充寄主 晚稻初期缨小蜂常因夏收夏种影响，缺少寄主而导致种群凋落。为此，可在早稻后期，当田间稗草齐穗开花期，摘除稗穗，或在早稻收割前将田间稗草移到周围水沟或附近低洼泽地中，以此来保存大量蜂群，同时也

诱集种飞虱集中产卵,作为缨小蜂的填充寄主,收到自然育蜂基地的作用。借以使缨小蜂逐步扩散到晚稻田来控制稻飞虱的为害。

4.合理用药,减少寄生蜂死亡 晚稻田防治褐稻虱时,应严格控制使用杀螟松、一六〇五等对缨小蜂杀伤力大的药剂,以采用甲胺磷、速灭威等对飞虱缨小蜂杀伤力较小的药剂为好。施药时间也应尽可能避开成蜂羽化高峰期。一般情况下,施药时间在飞虱若虫孵化高峰后3天内,并以下午施药为宜。10月份后,防治时间可适当放宽,控制在稻虱孵化高峰后8天内用药。随着农药生产的迅速发展,在有条件时应尽量采用呋喃丹等颗粒剂撒施或深施,以减少缨小蜂等天敌的大量死亡。

三、黄腿螯蜂 (*Pseudogonatopus flavifemur* Esaki et Hashimoto)

寄生于稻虱的螯蜂,在温州地区已发现4种,即黄腿螯蜂、黑腹螯蜂、红螯蜂及双色螯蜂,其中以黄腿螯蜂和红螯蜂为多。红螯蜂主要寄生白背飞虱和灰飞虱,黄腿螯蜂主要寄生与捕食褐稻虱等。田间寄生率常在20—40%左右是稻飞虱成、若虫期主要寄生蜂。

据报道在浙江、湖南、广西、广东均有分布。

(一)生活史

1.越冬 黄腿螯蜂以蛹在杂草上越冬。越冬蜂自12月中旬开始,来年四、五月间羽化。

2.生活史 在温州地区常年可发生8—9代,各代发生期:第一代成虫在6月上、中旬羽化产卵,第二代成虫于6月下旬至7月上旬羽化产卵,第三代在7月中、下旬羽化产卵,第四代在7月下旬至8月下旬羽化产卵,第五代至第八代分别发生于8月中旬至9月上旬,9月上旬至10月中旬,9月底至11月下旬,10月下旬至12月上旬。第九代幼虫期发生于11月中、下旬以后。

据一九七九年室内用褐稻虱作为寄主连续饲养结果：在室温25—29℃的范围内完成一个世代历时18.4—22.9天，室温20—23℃时，完成一世代需30—35天，室温16—17℃时，完成一个世代所需时间为47.2天。

3.各虫态历期 卵、幼虫历期：黄腿螯蜂卵的发育与孵化均在寄主体内渡过，孵化后的幼虫亦依附于寄主体内发育，为此我们将产卵到老熟幼虫破囊外出结茧这一段划为卵幼虫期。观察结果：第一、二代卵幼虫期为10.2天，第三代11.3天，第四代为8.9天，第五代11.1天，第六代11.5天，第七代12.6天，第八代21.3天。

蛹历期：第一代18.5天，第二代9.2天，第三代9天，第四代9.5天，第五代9.1天，第六代11.4天，第七代17.9天，第八代25.9天，其中雌蛹发育所需时间比雄蛹长1—2天。

成虫寿命：雌蜂寿命远比雄蜂长，最长46天，短的为2天，一般在7—10天间，雄蜂最长11天，最短1天，一般为3—5天。

（二）生活习性 & 环境影响

雄蜂有趋光性，诱虫灯下常见。雌蜂爬行迅速，有短暂的假死习性，碰触物体或受惊扰即掉落，惊扰消除后，迅速逃逸。

1.羽化 成蜂从头部处咬破茧壳而出，所需时间为1—2分钟。羽化时间多为早晨或上午，少数在下午。

2.交尾与产卵 羽化后的成蜂当日即行交尾，交尾所需时间约15秒。交尾后的雌蜂立即选择寄主产卵，亦有不经交尾即行产卵。产卵前雌蜂于稻丛间或土面上来回爬行，当选好寄主时，即以螯状前足迅速钳住，并借助口器固定，然后弯曲腹部探索产卵部位，将卵产入。每产一粒卵所需时间一般在1—2分钟。产卵完毕才将飞虱放开，被产过卵的飞虱呈昏迷状态，复苏后仍能继续取食发育，但虫体消瘦，行动迟缓。

3.寄主 黄腿螯蜂在稻田多种飞虱共存时，喜选择褐稻虱产卵。并能寄生灰飞虱、白背稻虱和拟褐稻虱。雌蜂对稻虱若虫和成虫均能产卵寄生，但以寄生若虫居多。1—2龄飞虱若虫被寄

生后绝大多数不久即死亡，3—5龄若虫寄生后亦有部分死亡。

4.产卵 螫蜂产卵量应包括能发育成囊状物的有效卵与产卵后由于寄主死亡的无效卵二者的总和。一般是能发育成囊状物的卵量少于寄生后寄主死亡而无效的卵量，前者占总卵量的28.92—68.53%，后者占总卵量的31.47—71.08%，各代产卵量为：第一代25.9粒，第二代33.2粒，第三代33.4粒，第四代29粒，第五代33粒，第六代95.2粒，第七代48.2粒。

5.捕食 螫蜂的雌成虫除产卵寄生外，还能捕食飞虱低龄若虫，以取食体液为主，平均每蜂一天可捕食20头飞虱若虫。

6.生殖方式 黄腿螫蜂具有两性生殖与孤雌生殖两种生殖方式。孤雌生殖所产生的后代全是雄蜂。

7.田间施药的影响 螫蜂对药剂极为敏感，据室内测定无论幼虫、蛹或成蜂，接触到常用农药如乐果、马拉松、速灭威、甲胺磷、敌百虫的常用浓度药液时，死亡率达47—92%。田间调查施药治虫的田块，螫蜂几乎濒临绝迹。

8.重寄生的影响 晚稻前期，第四、五代蜂量增殖较快，晚稻中期随着螫蜂数量的增加，其重寄生蜂的活动也相应上升，导致田间螫蜂种群逐渐低落。据一九八〇年9月间调查，重寄生蜂中以毁螫跳小蜂(*Echthrogonatopus* sp.)居多。螫蜂茧寄生率为41.9%，稻苞虫金小蜂(*Eupteromalus parnarae* Gahan)次之，茧寄生率为27.9%，严重威胁着螫蜂的增殖，限制了种群的发展。

(三) 保护利用措施

螫蜂的成虫寿命长，产卵多，捕食量大，是抑制飞虱的优势天敌。但是由于它对药剂的抗性弱，并有严重的重寄生，限制了它的作用，初步提出保护措施如下：

1.各地输入螫蜂时，需要有严格的检疫保证，防止输入当地未发现的重寄生蜂。

2.通过“二查二定”对飞虱防治指标以下，或略高于防治指标，而螫蜂活跃的田块，应避免药治，以充分发挥其控制飞虱的作用。

稻纵卷叶螟的寄生天敌及其保护利用

浙江省吴兴县农业科学研究所 程忠方

稻纵卷叶螟 (*Cnaphalocrois medinalis* Guenée) 是水稻的重要害虫之一, 据浙江、湖北、福建等省调查, 已发现其寄生天敌41种。在浙江主要几种寄生天敌种群对稻纵卷叶螟第三、四代的发生为害有显著的控制作用。深入研究重要几种寄生天敌种群控制害虫的规律和多方面探求保护利用它们的有效途径等工作, 在生产上具有较大的实用价值。

一、寄生天敌的种类

(一) 寄生天敌名录

稻纵卷叶螟的寄生天敌, 包括11科。其中姬蜂科12种, 茧蜂科8种, 小蜂科2种, 寡节小蜂科7种, 扁股小蜂科2种, 赤眼蜂科3种, 肿腿蜂科1种, 寄蝇科3种, 长足寄蝇科1种, 麻蝇科1种, 头蝇科1种。按被寄生的寄主虫态分: 卵期寄生的3种, 幼虫期寄生的21种, 幼虫至蛹期跨寄生的9种, 蛹期寄生的8种。名录如下:

1. 姬蜂科 (Ichneumonidae)

(1) 桑螵聚瘤姬蜂 ** [*Gregopimpla kuwanai* (Viereck)]

寄主虫态: 幼虫体外, 多寄生。

(2) 螟蛉瘤姬蜂 ** [*Itoplectis narangae* (Ashmead)]

寄主虫态: 幼虫一蛹内, 单寄生。

(3) 日本黑瘤姬蜂*〔*Coccygomimus nipponicus* (Uchidae)〕

寄主虫态：幼虫一蛹内，单寄生。

(4) 稻苞虫黑瘤姬蜂〔*Coccygomimus parnarae* (Viereck)〕

寄主虫态：幼虫一蛹内，单寄生。

(5) 螟蛉悬茧姬蜂** (*Charops bicolor* Szepligeti)

寄主虫态：幼虫体内，单寄生。

(6) 纵卷叶螟红腹姬蜂**〔*Eriborus vulgaris* (Morley)〕

寄主虫态：幼虫体内，单寄生。

(7) 黄眶离缘姬蜂*〔*Trathala flavo-orbitalis* (Cameron)〕

寄主虫态：幼虫体内，单寄生。

(8) 螟黄抱缘姬蜂〔*Temelucha biguttula* (Munakata)〕

寄主虫态：幼虫体内，单寄生。

(9) 菲岛抱缘姬蜂*〔*Temelucha philinensis* (Ashmead)〕

寄主虫态：幼虫体内，单寄生。

(10) 纵卷叶螟黄脸姬蜂* (*Chorinaeus* sp.)

寄主虫态：幼虫一蛹内，单寄生。

(11) 趋稻厚唇姬蜂* (*Phaeogenes* sp.)

寄主虫态：蛹内，单寄生。

(12) 纵卷叶螟白星姬蜂*〔*Vulgichneumon diminutus* (Matsumura)〕

寄主虫态：幼虫一蛹内，单寄生。

2. 茧蜂科 Braconidae

(13) 纵卷叶螟索翅茧蜂* (*Hormius* sp.)

寄主虫态：幼虫体内，多寄生。

* 指浙江已发现；** 指吴兴县已发现。

(14)纵卷叶螟绒茧蜂** (*Apanteles cypris* Nixon)

寄主虫态: 幼虫体内, 单寄生。

(15)螟蛉绒茧蜂** [*Apanteles ruficrus* (Haliday)]

寄主虫态: 幼虫体内, 多寄生。

(16)拟螟蛉绒茧蜂** (*Apanteles* sp.)

寄主虫态: 幼虫体内, 多寄生。

(17)多丝绒茧蜂* (*Apanteles* sp.)

寄主虫态: 幼虫体内, 单寄生。

(18)纵卷叶螟黑茧蜂 (*Cardiochiles* sp.)

寄主虫态: 幼虫体内, 单寄生。

(19)纵卷叶螟长距茧蜂** (*Macrocentrus* sp.)

寄主虫态: 幼虫体内, 单寄生。

(20)长距茧蜂* (*Macrocentrus* sp.)

寄主虫态: 幼虫体内, 单寄生。

3. 小蜂科 (Chalcididae)

(21)无脊大腿小蜂** (*Brachymeria excarinata* Gahan)

寄主虫态: 蛹内, 单寄生。

(22)广腿小蜂* [*Brachymeria lasus* (Walker)]

寄主虫态: 蛹内, 单寄生。

4. 寡节小蜂科 (Eulophidae)

(23)螟蛉裹尸姬小蜂 [*Euplectrus* sp. (?chapadae Ashmead)]

寄主虫态: 幼虫体外, 多寄生。

(24)稻卷螟大斑黄小蜂** [*Stenomesi* sp. (= *Elacher-tus* sp.)]

寄主虫态: 幼虫体内, 多寄生。

(25)稻苞虫羽角姬小蜂** (*Sympiesis* sp.)

寄主虫态: 蛹内, 多寄生。

(26)印啮小蜂 (*Tetrastichus ayyari* Rohwer)

寄主虫态：蛹内，多寄生。

(27) 稻卷螟啮小蜂* (*Tetrastichus* sp.)

寄主虫态：蛹内，多寄生。

(28) 稻苞虫腹柄姬小蜂** [*Pediobius mitsukurii* (Ashmead)]

寄主虫态：蛹内，多寄生。

(29) 稻苞虫蛹丽姬小蜂 (*Pediobius* sp.)

寄主虫态：蛹内，多寄生。

5. 扁股小蜂科 (*Elasmidae*)

(30) 白足扁股小蜂** (*Elasmus corbetti* Ferrière)

寄主虫态：幼虫体外，多寄生。

(31) 赤带扁股小蜂** (*Elasmus* sp.)

寄主虫态：幼虫体外，多寄生。

6. 赤眼蜂科 (*Trichogrammatidae*)

(32) 稻螟赤眼蜂** (*Trichogramma japonicum* Ashmead)

寄主虫态：卵内，单或少数多寄生。

(33) 拟澳洲赤眼蜂** (*Trichogramma confusum* Viggiani)

寄主虫态：卵内，单或少数多寄生。

(34) 松毛虫赤眼蜂** (*Trichogramma dendrolimi* Matsumura)

寄主虫态：卵内，单或少数多寄生。

7. 肿腿蜂科 (*Bethylidae*)

(35) 纵卷叶螟肿腿蜂* [*Goniozus* (?) sp.]

寄主虫态：幼虫体外，多寄生。

8. 寄蝇科 (*Tachinidae*)

(36) 稻苞虫赛寄蝇** (*Pseudoperichaeta insidiosa* R.-D.)

寄主虫态：幼虫或幼虫一蛹内，单寄生。

(37) 双斑截腹寄蝇** (*Nemorilla maculosa* Meigen)

寄主虫态：幼虫或幼虫一蛹内，单寄生。

(38) 稻苞虫鞘寄蝇* (*Thecocarcilia parnarae* Chao)

寄主虫态：幼虫一预蛹内，单寄生。

9. 长足寄蝇科 (Dexiidae)

(39) 银颜筒寄蝇** (*Clytho argentea* Egger)

寄主虫态：幼虫体内，单寄生。

10. 麻蝇科 (Sarcophagidae)

(40) 鸡尾细麻蝇** [*Pierretia caudagalli* (Bott)]

寄主虫态：幼虫或幼虫一蛹内，单寄生。

11. 头蝇科 (Pipunculidae)

(41) 一种头蝇* (待鉴定)

寄主虫态：幼虫体内，单寄生。

(二) 重寄生蜂名录

寄生天敌被重寄生是普遍存在的现象，它将不同程度地削弱寄生天敌对害虫的控制作用；重寄生的严重度是评价一种天敌保护利用价值的重要因素之一，必须予以重视。已查到稻纵卷叶螟的几种主要寄生天敌的重寄生蜂计14种，其中纵卷叶螟绒茧蜂的重寄生蜂10种；螟蛉绒茧蜂的7种；螟蛉悬茧姬蜂的6种。名录如下：

1. 姬蜂科 (Ichneumonidae)

(1) 螟蛉瘤姬蜂** [*Itopectis naranyae* (Ashmead)]

寄主：螟蛉悬茧姬蜂、纵卷叶螟绒茧蜂；从茧内羽化，单寄生。

(2) 折唇姬蜂* (*Lysibia* sp.)

寄主：螟蛉绒茧蜂；从茧内羽化，单寄生。

(3) 负泥虫沟姬蜂** (*Bathythrix kuwanae* Viereck)

寄主：螟蛉绒茧蜂、螟蛉悬茧姬蜂；从茧内羽化，单寄生。

(4) 盘背菱室姬蜂** (*Mesochorus discitergus* Say)

寄主：螟蛉绒茧蜂、拟螟蛉绒茧蜂、纵卷叶螟绒茧蜂；
从茧内羽化，单寄生。

2. 小蜂科 (Chalcididae)

(5) 无脊大腿小蜂** (*Brachymeria excarinata* Gahan)

寄主：纵卷叶螟绒茧蜂；从茧内羽化，单寄生。

(6) 次生大腿小蜂** [*Brachymeria secundaria* (Ruschka)]

寄主：螟蛉瘤姬蜂、螟蛉悬茧姬蜂；从茧内羽化，单寄生。

3. 广肩小蜂科 (Eurytomidae)

(7) 粘虫广肩小蜂** [*Eurytoma verticillata* (Fabricius)]

寄主：螟蛉悬茧姬蜂、纵卷叶螟绒茧蜂、螟蛉绒茧蜂、拟螟蛉绒茧蜂、多丝绒茧蜂、纵卷叶螟长距茧蜂；从茧内羽化，单寄生。

4. 金小蜂科 (Pteromalidae)

(8) 稻苞虫金小蜂** (*Eupteromalus parnarae* Gahan)

寄主：螟蛉悬茧姬蜂、纵卷叶螟绒茧蜂、螟蛉绒茧蜂、拟螟蛉绒茧蜂、多丝绒茧蜂、纵卷叶螟长距茧蜂、纵卷叶螟肿腿蜂、寄生蝇；从茧内羽化，单寄生。

5. 寡节小蜂科 (Eulophidae)

(9) 稻卷螟大斑黄小蜂** [*Stenomesiua* sp. (= *Elachertus* sp.)]

寄主：纵卷叶螟绒茧蜂，从茧内羽化，多寄生。

(10) 稻苞虫羽角姬小蜂** (*Sympiesis* sp.)

寄主：纵卷叶螟绒茧蜂、拟螟蛉绒茧蜂、寄生蝇；从茧内羽化，多寄生。

注：*指浙江已发现；**指吴兴县已发现。

6. 扁股小蜂科 (Elasmidae)

(11) 白足扁股小蜂** (*Elasmus corbeti* Ferrière)

寄主：纵卷叶螟绒茧蜂；从茧内羽化，多寄生。

(12) 赤带扁股小蜂** (*Elasmus* sp.)

寄主：纵卷叶螟绒茧蜂；从茧内羽化，多寄生。

7. 分盾细蜂科 (Ceraphronidae)

(13) 菲岛黑蜂** (*Ceraphron manilae* Ashmead)

寄主：螟蛉悬茧姬蜂、纵卷叶螟绒茧蜂、螟蛉绒茧蜂、拟螟蛉绒茧蜂、多丝绒茧蜂、纵卷叶螟长距茧蜂、纵卷叶螟肿胀蜂；从茧内羽化，多寄生。

(14) 温州黑蜂* (*Ceraphron* sp.)

寄主：螟蛉绒茧蜂；从茧内羽化，多寄生。

二、优势种及其对害虫的控制作用

评价一种寄生天敌的优劣（是否属优势种群），主要取决于它对害虫寄生率的高低和能否将害虫控制在造成经济损失之前等两个方面。以下据浙江吴兴县农科所一九七五至一九八〇年的调查材料，对稻纵卷叶螟的几种主要寄生天敌予以阐述。

（一）卵期的寄生天敌

1. 卵的寄生率 一九七五至一九七九年吴兴县的调查表明，一般年份第二代稻纵卷叶螟卵的寄生率均很低，五年平均寄生率为13.75%。但一九七八年第二代稻纵卷叶螟发蛾高峰较迟，卵的寄生率比常年显著为高，七月上旬卵的寄生率高达42.94%。这可能因田间寄生蜂与寄主卵的吻合程度较大有关。第三、四代稻纵卷叶螟卵的寄生率很高，五年的平均寄生率第三代为56.96%（幅度37.50—94.12%）；第四代为43.31%（幅度22.41—71.00%）（表1）。

2. 寄生蜂的比例 镜检稻纵卷叶螟卵寄生蜂的大量标本结

表1 稻纵卷叶螟卵的寄生率考查

(1975—1979年, 浙江吴兴)

代 别	考查卵 (粒)	寄生卵 (粒)	寄生率 (%)	幅 度
二	1578	217	13.75	1.08—42.94
三	5611	3196	56.96	37.50—94.12
四	1748	757	43.31	22.41—71.00

果, 稻螟赤眼蜂和拟澳洲赤眼蜂的数量占总蜂量的90%以上; 它们之间数量比例各占半数左右; 松毛虫赤眼蜂的数量很少。

(二) 幼虫期的寄生天敌

1. 幼虫的寄生率

(1) 二至四代幼虫的寄生率: 在浙江稻纵卷叶螟为迁飞入的害虫, 第一代极少发生, 第五代一般也不发生为害。一九七五至一九八〇年吴兴县调查表明, 一般年份第二代稻纵卷叶螟幼虫的寄生率很低, 六年平均寄生率为18.16%。一九八〇年第二代稻纵卷叶螟发生较迟, 幼虫的寄生率较高, 七月中旬幼虫寄生率高达37.27%。第三、四代稻纵卷叶螟幼虫的寄生率很高, 六年的平均寄生率第三代为58.96% (幅度45.17—92.60%); 第四代为45.79% (幅度34.32—79.49%) (表2)。

(2) 幼虫上主要几种寄生天敌的寄生率: 稻纵卷叶螟幼虫上主要几种寄生天敌的寄生率均有不同程度的差异, 从表2看出: ①纵卷叶螟绒茧蜂对各代稻纵卷叶螟幼虫的寄生率均最高, 它左右着各代幼虫寄生率的高低。据六年吴兴县的调查, 第二至四代幼虫被纵卷叶螟绒茧蜂寄生的寄生率占幼虫总寄生率的70.68%, 而且年度间的差异较小。②赤带扁股小蜂对各代幼虫的寄生率远次于纵卷叶螟绒茧蜂, 六年的平均寄生率占幼虫总寄生率的13.74%。但年度间的差异较大。③拟螟蛉绒茧蜂的寄生率, 多数年份均较低, 六年的平均寄生率占幼虫总寄生率的8.84%; 个别

表2 稻纵卷叶螟2—4代幼虫的寄生率考查

(1975—1980年,浙江吴兴)

代 别	虫数 (条)	天敌种类 项 目	纵卷叶螟	赤带扁股	拟螟蛉绒	姬蜂类	寄生蝇类	合 计
			绒茧蜂	小 蜂	茧 蜂			
二	1916	寄生数(条)	309	15	2	17	5	348
		寄生率(%)	16.13	0.73	0.10	0.89	0.26	18.16
		幅 度	0.95— 36.59	0—3.54	0—0.54	0—3.17	0—0.95	2.84— 37.27
		比例(%)	88.79	4.31	0.57	4.89	1.44	100
三	2188	寄生数(条)	909	216	108	27	30	1290
		寄生率(%)	41.54	9.87	4.94	1.23	1.37	58.96
		幅 度	17.80— 72.57	1.64— 33.65	0.64— 11.56	0—9.46	0—8.65	45.17— 92.60
		比例(%)	70.46	16.74	8.37	2.09	2.33	100
四	795	寄生数(条)	197	44	67	24	32	364
		寄生率(%)	24.78	5.53	8.43	3.02	4.03	45.79
		幅 度	9.17— 40.51	2.54— 11.39	1.27— 24.30	0—5.06	1.27— 10.09	34.32— 79.49
		比例(%)	54.12	12.09	18.41	6.59	8.79	100
二 — 四	4899	寄生数(条)	1415	275	177	68	67	2002
		寄生率(%)	28.88	5.61	3.61	1.39	1.37	40.87
		幅 度	0.95— 72.57	0—33.65	0— 24.30	0—9.46	0—10.09	2.84— 92.60
		比例(%)	70.68	13.74	8.84	3.40	3.35	100

备注: 1. 赤带扁股小蜂中包括极少数白足扁股小蜂;

2. 拟螟蛉绒茧蜂中包括螟蛉绒茧蜂;

3. 姬蜂类包括纵卷叶螟长距茧蜂。

年份, 如一九七七年在第四代幼虫上的寄生率较高, 达24.30%。

④其他如姬蜂科中的菲岛抱缘姬蜂、黄眶离缘姬蜂，茧蜂科中的纵卷叶螟长距茧蜂以及寄蝇科中的稻苞虫赛寄蝇等均为常见的种群，但它们的寄生率都十分低微。

2.各龄幼虫的寄生率及其寄生表现率 经多年的调查结果和室内接蜂试验表明，纵卷叶螟绒茧蜂和赤带扁股小蜂等对稻纵卷叶螟各龄幼虫的寄生能力有显著的差异。此外，纵卷叶螟绒茧蜂以及姬蜂和寄蝇科中的多数种类寄生后不能立即杀死寄主幼虫，故肉眼很难识别刚被寄生的寄主状况。当寄主幼虫达到一定的发育阶段时，这些寄生天敌才以不同的虫态（老熟幼虫、蛹或成虫）离开寄主，此时寄主亦死亡。我们拟把这种现象叫“寄生表现”；寄生表现数占寄主总数的百分率，拟称“寄生表现率”。由此可见，纵卷叶螟绒茧蜂等在稻纵卷叶螟各龄幼虫上的寄生率和寄生表现率并不一致。由于纵卷叶螟绒茧蜂的寄生率是稻纵卷叶螟幼虫寄生率的决定因素，因此稻纵卷叶螟各龄幼虫上的寄生率和寄生表现率也有很大的差异。一九七七至一九八〇年吴兴县农科所考查的2,461条稻纵卷叶螟幼虫的寄生率和寄生表现率的结果列成（表3）。

（1）各龄幼虫的寄生率：从表3寄生率一栏中可以看出：①稻纵卷叶螟低龄幼虫的寄生率比例很高，一至三龄幼虫寄生率的和占幼虫期总寄生率的91.57%。其中二龄幼虫是寄生天敌寄生的关键龄期，其寄生率占70.56%；其次是三龄幼虫期，其寄生率占14.77%。其中以五龄幼虫最低，仅占幼虫总寄生率的1.49%。②纵卷叶螟绒茧蜂集中寄生于三龄以下的幼虫上，而主要寄生于二龄幼虫上，二龄幼虫被此蜂寄生的寄生率占此蜂在幼虫期总寄生率的91.03%。在一龄和三龄幼虫上的寄生率分别占8.28%和0.69%。四龄和五龄幼虫均没有发现被其寄生。③赤带扁股小蜂主要寄生在三龄和四龄的幼虫上，其在三龄和四龄幼虫上的寄生率各占此蜂在整个寄主幼虫期总寄生率的59.50%和31.62%。它在其他各龄幼虫上的寄生率均很低。④拟螟蛉绒茧蜂主要寄生

表3 稻纵卷叶螟各龄幼虫的寄生率及寄生表现率

(1975—1980年, 浙江, 吴兴)

项目	寄主虫龄 考察虫数	1	2	3	4	5	合 计
	天敌种类	235	1208	565	270	183	2461
寄 生 率 (%)	纵卷叶螟绒茧蜂	2.40	26.37	0.20	0	0	28.97
	赤带扁股小蜂	0.12	0.41	3.82	2.03	0.04	6.42
	拟螟蛉绒茧蜂	0.04	1.50	1.18	0.20	0.08	3.01
	姬蜂类	0	0.45	0.57	0.28	0.12	1.42
	寄蝇类	0	0.20	0.28	0.33	0.37	1.18
	合计寄生率	2.56	28.93	6.05	2.84	0.61	41.00
	占总寄生率的比	6.24	70.56	14.77	6.94	1.49	100
寄 生 表 现 率 (%)	纵卷叶螟绒茧蜂	0	0.33	28.44	0.20	0	28.97
	赤带扁股小蜂	0.12	0.41	3.82	2.03	0.04	6.42
	拟螟蛉绒茧蜂	0	0.04	1.50	1.18	0.28	3.01
	姬蜂类	0	0	0	0	0	1.42*
	寄蝇类	0	0	0	0	0	1.18*
	合计寄生表现率	0.12	0.77	33.77	3.41	0.33	41.00
	占总寄生表现率的比	0.30	1.88	82.36	8.33	0.79	100

备注: 1. 赤带扁股小蜂中包括极少数白足扁股小蜂;

2. 拟螟蛉绒茧蜂中包括螟蛉绒茧蜂;

3. *示天敌在寄主预蛹或蛹中表现。

在二龄和三龄的幼虫上, 在二龄和三龄幼虫上的寄生率分别占此蜂在整个寄主幼虫期总寄生率的49.83%和39.20%。⑤姬蜂和寄蝇类, 除一龄幼虫上尚未发现被它们寄生, 其余各龄上均有被寄生, 而且被其寄生的比例差异较小。由于它们的寄生率低, 因此对稻纵卷叶螟各龄幼虫寄生率高低的影响不大。

(2)各龄幼虫的寄生表现率:另从表3寄生表现率一栏看出:①寄生在稻纵卷叶螟幼虫上的寄生天敌,主要在三龄幼虫期表现出来,其寄生表现率占幼虫期总寄生表现率(即幼虫期总寄生率)的82.36%。其次在四龄幼虫上表现出来,其寄生表现率占8.33%。其他龄期幼虫上的寄生表现率均很低。②纵卷叶螟绒茧蜂集中寄生在稻纵卷叶螟的二龄幼虫上,而绝大多数蜂蛆(蜂的老熟幼虫)却在寄主幼虫发育到三龄末期时钻出幼虫体外,吐丝结茧,其寄生表现率占此蜂总寄生表现率的98.17%;其余少数蜂蛆在寄主幼虫的四龄初期和二龄幼虫上表现出来。③赤带扁股小蜂产卵在稻纵卷叶螟幼虫的体表,它在产卵前已“杀死”寄主幼虫,因此它在各龄幼虫上的寄生率和寄生表现率是一致的。④拟螟蛉绒茧蜂与纵卷叶螟绒茧蜂的情况相仿,唯它在四龄幼虫上的寄生表现率比纵卷叶螟绒茧蜂为高,占此蜂总寄生表现率的39.20%;而且在五龄幼虫上也有一定数量的表现,其寄生表现率占9.30%。⑤寄生在稻纵卷叶螟幼虫上的姬蜂和寄蝇类,绝大多数要到寄主发育到预蛹或蛹期才表现出来。

(三)蛹期的寄生天敌

目前已发现稻纵卷叶螟蛹的寄生天敌有十种,最常见的是螟蛉瘤姬蜂、螟蛉悬茧姬蜂、无脊大腿小蜂、广腿小蜂和稻苞虫赛寄蝇等五种。各地调查稻纵卷叶螟蛹的寄生率一般均较低,据一九七五和一九七八年吴兴县两年的调查资料,第四代稻纵卷叶螟蛹的寄生率为最高,也仅达24.22%;其中寄蝇类的寄生率占19.21%(表4)。

综合以上材料,就浙江吴兴县而言,可提出以下几点看法:

(1)寄生于稻纵卷叶螟卵的稻螟赤眼蜂和拟澳洲赤眼蜂,及寄生于幼虫的纵卷叶螟绒茧蜂和赤带扁股小蜂等四种寄生天敌,不仅具有寄生率高的特点,而且均能消灭害虫于暴食为害期之前,对害虫的发生为害有显著的控制作用,是稻纵卷叶螟寄生天敌中的主要优势种群。尤其是纵卷叶螟绒茧蜂最有保护利用价值。(2)

表 4 稻纵卷叶螟的寄生率

(1975和1978年,浙江吴兴)

代 别	调查蛹数 (只)	几种寄生天敌的寄生率(%)			
		二种姬蜂	二种大腿蜂	寄 蝇 类	合 计
二	312	0	2.13	1.15	3.28
三	365	2.57	3.12	6.45	12.14
四	247	3.94	1.07	19.21	24.22

第二代稻纵卷叶螟的卵和幼虫的寄生率均很低,寄生天敌对害虫的发生为害控制作用不大,因此一般年份尚需大面积施用农药防治。(3)第三、四代稻纵卷叶螟的卵和幼虫的寄生率均很高,对害虫的发生为害有较大的控制作用。第三、四代稻纵卷叶螟的发生量虽然一般比第二代高,但从几年来田间实际调查的结果看,其为害程度并不大。究其原因,主要是由于寄生天敌对害虫的发生为害有显著的自然控制作用。

三、寄生天敌的保护利用

稻纵卷叶螟寄生天敌的保护利用,包括大量繁殖和释放寄生天敌以控制害虫的发生为害和充分保护利用当地寄生天敌对害虫的自然控制作用等两个方面。关于利用拟澳洲赤眼蜂防治稻纵卷叶螟的工作,广东、广西等省做了大量的工作,已有许多论文和专著发表,这里不再赘述。天敌对于害虫的控制作用,是自然界普遍存在的现象,从生态学角度出发,应把天敌的保护利用研究纳入害虫发生规律(即害虫数量的动态变化规律)的研究范围,作为害虫预测预报中的重要内容。在具体制订化学农药防治害虫的虫量指标和防治适期时,必须充分考虑到天敌对害虫的控制作用

和尽可能兼顾对天敌的安全适期。以下是浙江吴兴县农科所的研究材料。

(一) 较大幅度放宽农药防治第三、四代稻纵卷叶螟的虫量指标

考虑到纵卷叶螟绒茧蜂等几种主要幼虫期的寄生天敌对第三、四代稻纵卷叶螟幼虫的发生为害有显著的控制作用(第三代幼虫平均寄生率58.96%,第四代为45.79%),初步提出,把第三、四代稻纵卷叶螟的农药防治的虫量指标,从原有的“二龄幼虫高峰期每百丛稻15条活虫,分别放宽到25—30条和20—25条活虫”。

据一九七九年在吴兴县菁山公社南山大队的试点结果,证明以上提出的第三代稻纵卷叶螟的药剂防治的虫量指标是可行的。试点是7月22日插秧的25亩连作晚稻糯稻田,不用农药防治,8月1日起对第三代稻纵卷叶螟的幼虫及其寄生天敌的消长情况进行了四次系统考查(表5),结果表明:(1)8月5日是田间二龄幼虫高峰期,二龄幼虫占幼虫总数的68.48%,初检时幼虫的寄生率平均为21.05%,平均每百丛稻残留活虫33条。幼虫经过三天室内饲养,其平均寄生率上升到50.72%,残留活虫下降到平均每百丛稻20.60条。(2)8月9日是田间三龄幼虫高峰期,三龄幼虫占幼虫总数的61.25%,初检幼虫的寄生率平均为62.79%,平均每百丛稻有残留活虫16条。幼虫经过三天室内饲养,平均寄生率上升到77.67%,残留活虫下降到每百丛稻9.8条。(3)8月12日,初检时和经三天室内饲养后的幼虫平均寄生率分别上升到67.31%和78.85%,平均每百丛稻残留活虫分别下降到6.8条和4.2条。(4)8月9日田间三龄幼虫高峰期时平均每百丛稻9.8条的残留活虫,比8月5日田间二龄幼虫高峰期时平均每百丛稻33条的残留活虫降低70.30%。8月5日每百丛稻高达42条活虫的田块,8月9日也降低到每百丛稻15条活虫的防治指标以下(为每百丛稻14条活虫)。8月12日平均每百丛稻的残

表5 寄生天敌对第三代稻纵卷叶螟幼虫消长的控制作用

(1979年,浙江吴兴)

调查		初 检				饲养三天后			
日期 (月/日)	虫量 (条)	寄生率(%)		残留虫量 (条/百丛)		寄生率(%)		残留虫量 (条/百丛)	
		平均	幅 度	平均	幅 度	平均	幅 度	平均	幅 度
8/1	194	1.06	0—11.17	8.60	13—25	9.79	6.67—46.11	3.20	7—20
8/5	209	21.05	12.12—35.04	3.00	26—42	50.72	42.31—62.50	20.60	15—30
8/9	215	62.79	55.56—70.37	16.00	8—27	77.67	72.73—92.60	9.80	2—14
8/12	204	67.31	66.67—68.44	6.80	5—10	78.85	72.23—89.47	4.20	2—7

留虫量降低到4.2条,与8月5日比较,虫量降低率高达87.27%。

(二) 适当推迟第三、四代稻纵卷叶螟农药防治的适期

由前可知,纵卷叶螟绒茧蜂寄生率的高低是决定稻纵卷叶螟幼虫的寄生率以及各龄幼虫的寄生率和寄生表现率高低的主要因素。弄清其有关的生物学特性,有助于进一步探明药剂防治稻纵卷叶螟的适期。吴兴县农科所,分别于一九七七和一九七九年在第四、第三代稻纵卷叶螟发生期,对纵卷叶螟绒茧蜂进行了室内接蜂饲养观察。结果表明,在第三代稻纵卷叶螟发生期,纵卷叶螟绒茧蜂从卵产入寄主幼虫体内,直至老熟幼虫(蜂蛆)钻出寄主体外,所需时间平均为4.32天;在第四代稻纵卷叶螟发生期则需6.86天(表6)。这与田间调查稻纵卷叶螟幼虫的寄生表现,主要是在三龄幼虫末期的结果相一致。同时,在室内接蜂过程中,发现稻纵卷叶螟二龄幼虫很容易被纵卷叶螟绒茧蜂寄生,被寄生率最高;而一龄和三龄幼虫则不易被接蜂寄生。这可能与一龄幼虫排出的粪便少;且尚未使稻叶卷苞以及一龄幼虫虫体过小,

虽经寄生但不易养活到寄生蜂表现前而死亡等有关。三龄幼虫的虫体较大，活动灵捷，当雌蜂产卵管尚未插入寄主幼虫虫体前，往往被挣脱逃走，因此也很难被接蜂寄生。

表6 纵卷叶螟绒茧蜂室内接蜂饲养观察

(1977、1979年，浙江吴兴)

生活时期 蜂性 观察项目	第三代稻纵卷叶螟发生期 (1979年7月11日至8月10日)			第四代稻纵卷叶螟发生期 (1977年8月18日至9月5日)		
	雌	雄	雌、雄	雌	雄	雌、雄
	(14头)	(11头)	(25头)	(10头)	(14)	(24头)
产卵——出蛆(天)	4.46	4.18	4.32	7.04	6.68	6.86
出蛆——结茧(天)	0.13	0.17	0.15	0.18	0.23	0.21
结茧——出蜂(天)	3.76	3.48	3.62	5.21	4.94	5.08
产卵——出蜂(天)	8.35	7.83	8.09	12.43	11.85	12.15

注：接蜂的稻纵卷叶螟幼虫多数为二龄，少数为三龄。

根据田间调查和纵卷叶螟绒茧蜂的室内接蜂饲养结果，一致表明田间稻纵卷叶螟二龄幼虫高峰期是寄生天敌寄生的关键时期，三龄幼虫高峰期则是寄生天敌寄生后的主要表现时期。另外，从田间第三、四代稻纵卷叶螟寄生卵的系统调查资料看出，寄生卵中寄生蜂的羽化高峰期与田间二龄幼虫的高峰期正好相遇。从充分保护利用天敌的角度看，与目前采取在二龄幼虫高峰期，农药防治第三、四代稻纵卷叶螟是有着明显的矛盾。从协调生防和药治关系的角度考虑，应根据不同情况，抓住天敌与害虫这一对矛盾中的主要矛盾方面，采取不同的对策。具体地说，当第三、四代稻纵卷叶螟在二龄幼虫高峰期时的田间平均每百丛稻的活虫量分别高于前述指标时，就应在二龄幼虫高峰期及时用药防治，反之，不作药治。过三天，待田间三龄幼虫高峰期时再作一次调查，如平均每百丛稻的活虫量仍在15条以上的田块，则再用

药防治。

为了尽可能早些掌握当年第三、四代稻纵卷叶螟幼虫的寄生率，以便及时指导当代的药剂防治。吴兴县农科所通过反复的试验，提出了解剖镜检田间二龄幼虫的方法调查稻纵卷叶螟幼虫的寄生率。结果表明：（1）纵卷叶螟绒茧蜂的卵是茄子形，乳白色，在寄主幼虫体内位置不固定，但总以卵帽附着在寄主内脏外壁上，另一头游离。8月上旬纵卷叶螟绒茧蜂的卵历期为24小时左右，9月下旬的卵历期为72小时左右。（2）纵卷叶螟绒茧蜂幼虫在寄主幼虫体内的位置较固定，多数在寄主体内中、前胸处，附着在内脏的外壁上。如用钳子轻轻拉断寄主幼虫，将寄主的肠等内脏全部拉出时，其蜂蛆或蜂卵也随着跟出体外。在低倍镜下即可检查。（3）剖检法调查第三代稻纵卷叶螟幼虫的寄生率，比常规调查方法可提早3—4天了解到幼虫的寄生率；第四代可提前5—6天。

四、结论和问题

稻纵卷叶螟的寄生天敌种类较多，但据它们对害虫发生为害的控制作用，其优势种群仍是少数。在浙江吴兴县，其优势种群是卵期寄生的稻螟赤眼蜂、拟澳洲赤眼蜂，及幼虫期的纵卷叶螟绒茧蜂、赤带扁股小蜂等四种。尤以纵卷叶螟绒茧蜂最有保护利用的价值。如能充分发挥它们的灭虫作用，就可以大幅度地压缩第三、四代稻纵卷叶螟的农药防治面积。

根据浙江吴兴县农科所六年来关于寄生天敌对第三、四代稻纵卷叶螟发生为害的控制作用的实际考查，初步提出药剂防治第三代稻纵卷叶螟的虫量指标，应从原定的二龄幼虫高峰期每百丛稻15条活虫放宽到25—30条；第四代放宽到20—25条。

有关药剂防治第三、四代稻纵卷叶螟的适期，应分别根据上述的虫量指标，如在二龄幼虫高峰期田间每百丛稻的虫量高于上

述虫量指标时，则应在二龄幼虫高峰期及时施药防治；反之，不防治。过三天，待三龄幼虫高峰期时再作一次调查，如每百丛稻仍有15条以上活虫的田块，则再作药治。

直接解剖镜检田间二龄幼虫的寄生率，能较早地掌握到稻纵卷叶螟幼虫的寄生率，有助于较及时指导当代的防治。剖检法调查第三代稻纵卷叶螟的寄生率，比常规室内饲养田间捕获的幼虫的方法可提早3—4天掌握到幼虫的寄生率；第四代可提早5—6天。

在浙江吴兴县，第二代稻纵卷叶螟是发生为害的主要世代之一，而寄生天敌对其的控制作用很小，常年都须施用农药防治。每年自七月上旬以后，稻纵卷叶螟卵和幼虫的寄生率迅速升高，其原因不明。我们设想，今后必须对稻纵卷叶螟卵和幼虫的几种主要优势种天敌的越冬情况和它们在田间的中间寄主等方面进行调查研究，以求逐步探明保护利用寄生天敌控制第二代稻纵卷叶螟的发生为害的可能性。

棉田害虫天敌资源调查*

河北省植保土肥研究所 王德安 李晓珍

河北省望都县寺庄大队 张进旗 左俊玲

在以棉株为中心的棉田生态系统中,随着棉花各生育阶段的发育进展和气候的变化,棉田害虫的种类和种群数量是不一样的,与此相适应的各种天敌种类和种群数量也发生相应的变化,形成了棉花——害虫——天敌之间互相制约和互相依赖的食物链锁关系。为了更好地保护和利用棉田的自然天敌资源,充分发挥其效益,必须调查了解棉田天敌种类及其分布情况,研究天敌的种群消长规律以及对主要棉田害虫的控制作用,明确一些影响天敌消长的主要因素。在此基础上,找出有利用前途的天敌优势种,提出合理的保护利用措施。一九七九年,我们在望都县寺庄大队对上述内容,进行了初步调查研究工作,现将结果整理如下。

一、调查方法

选有代表性的棉田六块,即只采用生物防治措施,不施用化学农药的棉田三块(以下简称生防田);化学农药防治田一块(简称化防田);不采用任何防治手段,只进行常规的栽培管理的棉田二块(简称不防治田)。每块棉田在十亩左右。从棉苗出土后进行调查至开始收获为止,每五天调查一次。采用五点取样,调查50—100株棉花,查清棉花害虫的种类和数量、各种天敌的种类

* 本所南留柱同志参加了部分工作。

和数量；在棉田棉铃虫各代发生期，对其卵、幼虫和蛹的寄生性天敌也按各自的调查方法进行调查。与此同时，对棉花各主要生育期、棉田栽培管理的主要农事操作以及气象变化等情况，也都作相应的记载。

二、棉田害虫天敌种类

天敌昆虫的采集工作以望都县寺庄基点为主，在各种生态环境中，共采集到天敌昆虫296种，蜘蛛68种，共计364种。其中棉田采集到的天敌昆虫129种。初步整理，涉及到膜翅目、鞘翅目、半翅目、脉翅目等13个目，四十多个科。此外，采集到棉田蜘蛛36种。棉田天敌共计165种。现仅将目前已经鉴定的棉田主要天敌48种*抄录如下：

蜘蛛类19种：

草间小黑蛛〔*Erigonidium graminicolum* Sundevall〕

丁纹豹蛛〔*Pardosa T-insignita* (Boes.et Str.)〕

黑亮腹蛛〔*Singa hamata* (Clerck)〕

黄褐新圆蛛〔*Neoscona doenitzi* (Boes.et Str.)〕

四点亮腹蛛〔*Singa pygmaea* (Sundevall)〕

大腹圆蛛〔*Araneus ventricosus* (L.Koch)〕

六斑圆蛛〔*Araneus displicatus* (Hentz)〕

圆花叶蛛〔*Synaema japonicum* Karsch〕

鞍形花蟹蛛〔*Xysticus ephippiatus* Simon〕

直截腹蟹蛛〔*Pistius truncatus* (Pallas)〕

金黄逍遥蛛〔*Philodrumus aureolus* Clerk〕

弓水狼蛛〔*Pirata praedatoria* Schenkel〕

芦苇卷叶蛛〔*Dictyna arundinacea* (Linnaeus)〕

* 有关天敌标本种名由中国科学院动物研究所陈泰鲁同志、黄其良同志，浙江农大何俊华同志，南开大学任树芝同志等鉴定，谨致谢意。

千島管巢蛛 (*Clubiona kurilehsis* Boes.et Str.)
溫室球腹蛛 [*Theridion tepidariorum* (C.Koch)]
三突花蛛 (*Misumena tricuspidatus* Fabricius)
血紅腹蛛 [*Hypsosinga sanguinea* (C.Koch)]
叉斑巨齒蛛 (*Enoplognatha japonica* Boes.et Str.)
食蟲蟯類 5 種:

小花蟯 (*Orius minutus* Linnaeus)
華姬蟯 (*Nabis Sinoferus* Hsiao)
黑食蚜盲蟯 (*Deraeocoris Punctulatus* Fall)
大眼蟬長蟯 (*Geocoris pallidipennis* Costa)
蟻敵 [*Arma custos* (Fabricius)]

瓢蟲類 8 種:

七星瓢蟲 [*Propylaea japonica* (Thunberg)]
多異瓢蟲 [*Hippodamia variegata* (Goeze)]
二星瓢蟲 [*Adalia bipunctata* (Linnaeus)]
異色瓢蟲 [*Harmonia axyridis* (Pallas)]
菱斑巧瓢蟲 [*Oenopia congloba* (Linnaeus)]
雙七瓢蟲 [*Coccinula qaatuordecimpustulata* (Linnaeus)]

黑緣紅瓢蟲 (*Chilocorus rubidus* Hope)

草蛉類 4 種:

葉色草蛉 (*Chrysopa phyllochrna* Wesmael)
中華草蛉 (*Chrysopa sinica* Tjeder)
麗草蛉 (*Chrysopa formosa* Brauer)
大草蛉 (*Chrysopa Septempunctata* Wesmael)

食蚜蠅科 3 種:

黑帶食蚜蠅 (*Epistropha baltata* De Geer)
斜斑鼓額食蚜蠅 [*Lasiopticus pyrastris* (Linnaeus)]
大灰食蚜蠅 (*Syrphus corollae* Fabricius)

步行虫科 1 种:

中华广肩步行虫 (*Calosoma maderae chinense* Kirby)

虎甲科 1 科:

多型虎甲铜翅亚种 (*Cicindela hybrida transbaicalica*
Motschulsky)

寄生性天敌 7 种:

松毛虫赤眼蜂 (*Trichogramma dendrolimi* Matsumura)

拟澳洲赤眼蜂 (*Trichogramma coufusum* Viggiani)

玉米螟赤眼蜂 (*Trichogramma ostrininae* Pang et
Chen)

齿唇姬蜂 [*Campoletus perdistinctus* (Viereck)]

侧沟茧蜂 (*Microplitis* sp.)

拟瘦姬蜂 (*Netelia* sp.)

日本追寄蝇 (*Exorista japonica* Tyler-Townsend)

三、棉田主要捕食性天敌种类及其消长

从不同类型棉田的天敌种群数量系统调查看, 在棉田中天敌的种类很多, 仅就捕食性天敌类群看, 就有蜘蛛、食虫蝽、瓢虫、草蛉、隐翅虫、步甲、虎甲、捕食性蓟马、捕食螨、螳螂、胡蜂、螻蛄等等。在各个捕食性类群之间, 其数量上存在着很大差异, 各类群占有一定的比例。就整个棉花生育过程的系统调查看, 有着明显的优势类群, 这些优势类群的地位依次是蜘蛛类、食虫蝽类、瓢虫类、草蛉类。它们在捕食性天敌 (有效虫态) 总数中的比例范围依次是 48.15—62.95%、22.65—32.09%、5.42—8.31%、3.13—6.16% (表 1)。

随着棉花不同生育阶段的变化和害虫数量的消长, 捕食性天敌优势类群的地位也在发生变化, 但蜘蛛类始终占第一位。在苗期至现蕾期, 瓢虫类占第二位, 食虫蝽类占第三位, 草蛉类占第

表 1 棉田主要捕食性天敌类群间比例关系

望都寺庄, 1979

棉田类型	调查时间	调查次数	天敌总数 (头)	蜘蛛类		食虫精类		瓢虫类		草蛉类		其他	
				数量 (头)	%	数量 (头)	%	数	%	数	%	数	%
不防治田 (一类)	5月20日— 10月10日	29	3,717	2,340	62.95	842	22.65	254	6.83	229	6.16	52	1.40
	6月10日— 10月10日	25	3,099	1,876	60.54	769	24.81	168	5.42	97	3.13	189	6.10
生防田 (一类)	5月15日— 10月11日	30	4,154	2,228	53.64	1,024	28.98	345	8.31	188	4.53	369	8.88
	5月15日— 10月11日	30	4,116	1,982	48.15	1,321	32.09	320	7.77	198	4.81	295	7.17

注: 天敌总数和各类群数量都是有效虫态。

四位。在棉花开花之后，食虫蟾类上升为第二位，瓢虫类下降为第三位，到棉花生育的后期（九月上旬），草蛉类由原来的第四位上升为第三位，瓢虫类继续下降为第四位（图14）。

在棉田生态系统中，不仅捕食性天敌的优势类群的地位存在着规律性的变化，而且在构成同一类群的天敌种类中，都有着比较明显的优势种。同一类群中的不同优势种的地位也有规律的变化。现分述如下：

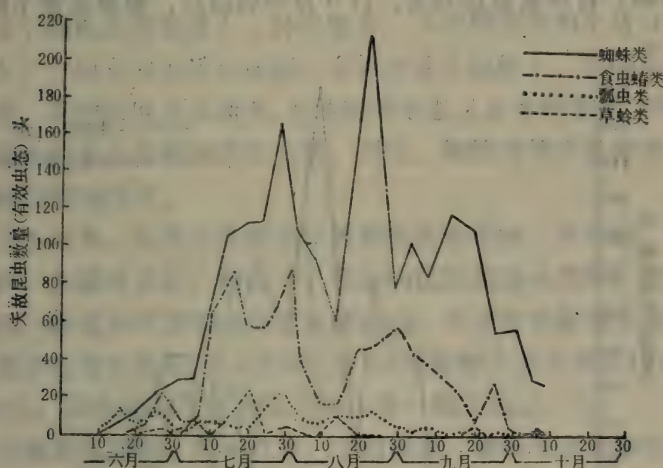


图14 四种主要捕食性天敌类群的消长

蜘蛛类：在棉田中采集到的蜘蛛有38种。构成该类群的主要种类有草间小黑蛛、T纹狼蛛、黑斑亮腹蛛、千岛管巢蛛、圆花叶蛛、三突花蛛、温室球腹蛛、黄褐新圆蛛、鞍形花蟹蛛、大腹圆蛛和各种蠼螋等。

明显的优势种是草间小黑蛛和T纹狼蛛。它们在棉田中发生数量大，而且持续时间最长。以草间小黑蛛的种群数量最大，它不仅在蜘蛛类群中占第一位，而且在所有捕食性天敌种类中也占第一位。它分布于棉株上、地面或地面杂草上。根据不同类型棉田

的系统调查，草间小黑蛛在棉株上的数量约占60.89%，在地面或地面杂草上的数量约占39.11%。在整个棉田的生育过程中，草间小黑蛛共发生四次高峰。从6月中旬棉花现蕾后，草间小黑蛛的数量逐渐上升，在6月下旬至7月初棉花现蕾盛期，也就是第二代棉铃虫发生期，出现第一次高峰，最高数量达百株78头。7月下旬棉花开花盛期，出现第二次高峰，百株数量最高达到130头。8月中旬出现第三次高峰，百株数量达84头。9月上旬出现第四次高峰，百株数量达59头。自9月中旬以后，数量逐渐下降（图15）。

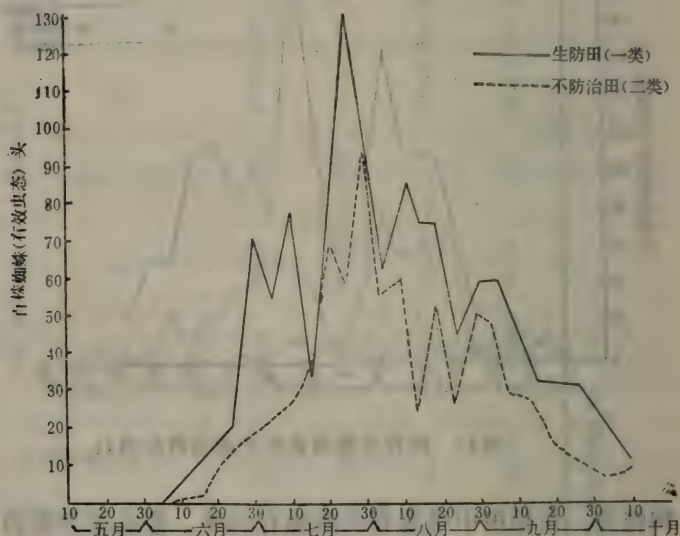


图15 草间小黑蛛的消长

T纹狼蛛在蜘蛛类群中占第二位。该种蜘蛛早春即开始取食活动并产卵繁殖。主要是在地面进行游离捕食，在7、8月份，偶尔也能爬上棉株基部叶片。在棉花播种前至棉苗真叶期，它是棉田中唯一数量大的天敌种类。据5月下旬调查，每平方米地面最多达5头，每亩可达3,300头。在整个棉花生育过程中，棉花的苗

期和吐絮期，它的数量在所有天敌总数中占的比例较大，在棉花的生长旺季占的比例相应较小。初步分析，它的消长和棉田小气候的湿度和光照强度关系密切。

此外，黑亮腹蛛和千岛管巢蛛发生较早，黑亮腹蛛发生高峰期出现在7月中旬，千岛管巢蛛发生高峰期在8月中旬。三突花蛛和温室球腹蛛发生较晚，到8月上旬才陆续出现，温室球腹蛛的高峰期出现在8月下旬，三突花蛛的高峰期出现在9月上旬（表2）。

由于蜘蛛类群数量大，种类繁多，不同种类间的生活习性差异很大，它们有的生活在地面，有的生活在棉株上，有的在棉株上游猎，有的结网定居捕食，而结网的形态又是多种多样。同时，各种蜘蛛的发生高峰期前后交错。所以，蜘蛛对棉田各种害虫都有较强的抑制作用。

食虫蝽类：构成该类群的主要种类有小花蝽、华姬蝽、黑食蚜盲蝽、大眼蝉长蝽、螳螂等。明显的优势种是小花蝽、其次是华姬蝽。根据不同类型棉田的系统调查，小花蝽的数量在食虫蝽类天敌中占的比例在71.43—80.77%，华姬蝽占的比例在18.02—21.38%，其他蝽类天敌种类占的比例一般不超过1%。

在棉花现蕾前，即6月中、下旬以前，棉田中小花蝽的数量很少，此后随着棉铃虫落卵量和初孵幼虫的数量增加而增加。在棉花整个生育期中，小花蝽大致出现五个高峰，分别出现在6月25日前后、7月10日前后、7月底、8月底、9月25日前后。就其发生数量看，以第三个高峰数量最大，最高达百株184头，第二个高峰次之，达百株104头，其他高峰都在百株百头以下。初步观察，小花蝽的发生数和高峰期的出现，除了和自身的发生世代有关以外，和棉田蚜虫、棉蓟马、棉铃虫落卵量和低龄幼虫数量关系非常密切，但一般比上述害虫的高峰期晚8—10天左右（图16）。

瓢虫类：在棉田采集到的瓢虫有11种。根据系统调查，5—

表 2 主要蜘蛛种类在蜘蛛类群中的比例关系

望都, 1973

棉田类型	调查时间	蜘蛛类总数 (头) (有效虫态)	各种幼蛛		草间小黑蛛		T纹狼蛛		黑斑亮腹蛛		圆花叶蛛		千岛管巢蛛		三突花蛛	
			数量 (头)	%	数量 (头)	%	数量 (头)	%	数量 (头)	%	数量 (头)	%	数量 (头)	%	数量 (头)	%
生防田 (一类)	5月10日— 10月11日	2,657	1,184	44.56	914	34.40	252	9.48	95	3.58	19	0.72	83	3.12	14	0.53
生防田 (二类)	5月10日— 10月11日	2,228	653	29.31	1,207	54.17	143	6.42	60	2.69	22	0.99	43	1.93	16	0.72
生防田 (三类)	5月10日— 10月11日	1,982	594	29.97	968	48.84	237	11.96	32	1.61	18	0.91	55	2.77	16	0.81
不防治田 (一类)	5月30日— 10月10日	2,340	905	38.68	916	39.15	170	7.26	154	6.58	35	1.50	77	3.29	20	0.85
不防治田 (二类)	6月10日— 10月10日	1,872	692	36.97	681	36.38	226	12.07	53	2.88	7	0.37	91	4.86	12	0.65
化防田	7月14日— 10月10日	853	207	24.27	486	56.98	66	7.74	6	0.70	6	0.70	14	1.64	6	0.70

6月份，明显的优势种是七星瓢虫，百株成虫数量达23头。7月份以后，它的数量急剧下降。到7、8月份，即棉花生育中期，以龟纹瓢虫和多异瓢虫为主，二星瓢虫次之。异色瓢虫主要发生在8、9月份，但在棉田的数量很小。以不防治棉田为例，在整个棉花生育期中，几种主要瓢虫在瓢虫类群中所占的比例大致是：七星瓢虫占30.7%，龟纹瓢虫占28.9%，多异瓢虫占21.9%，二星瓢虫占5.3%，异色瓢虫占2.5%。

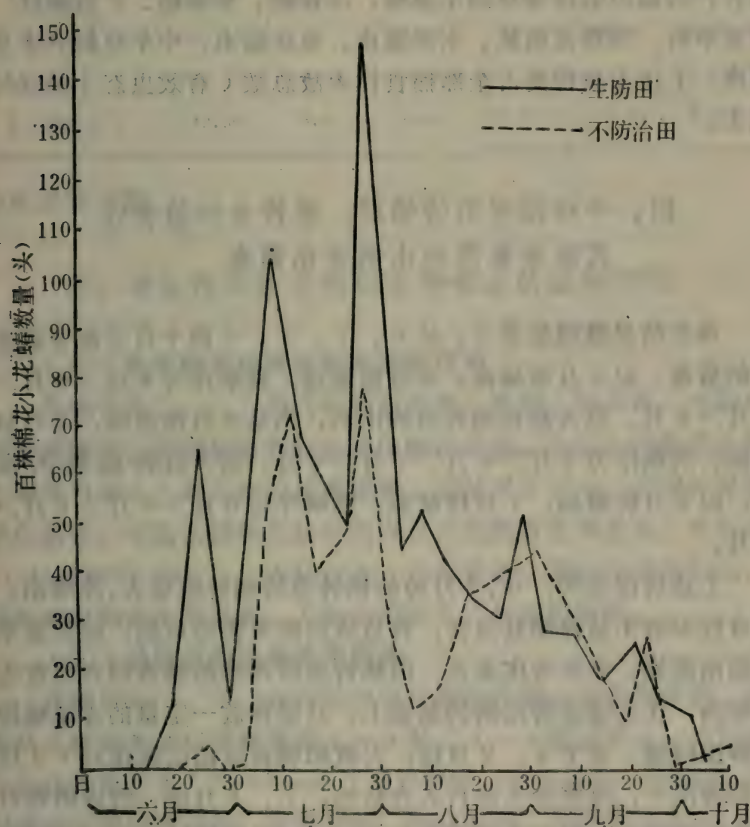


图16 棉田小花蝽发生消长情况

草蛉类：在棉田发生的主要种类是叶色草蛉、中华草蛉、丽草蛉和大草蛉。7月上旬以前，棉田中叶色草蛉的发生量占绝对优势，约占草蛉类总数的90%以上。据7月5日在生防田调查，最高百株成虫数量达88头。自7月下旬以后，中华草蛉则占绝对优势，其次是丽草蛉和大草蛉。据7月25日在生防田调查，中华草蛉占85%，叶色草蛉占7%，丽草蛉和大草蛉各占4%。

综上所述，棉田中捕食性天敌的优势种，仅从发生数量的角度看，其地位依次是草间小黑蛛、小花蝽、华姬蝽、T纹狼蛛、叶色草蛉、黑斑亮腹蛛、七星瓢虫、龟纹瓢虫、中华草蛉、多异瓢虫。上述天敌种类占全部捕食性天敌总数（有效虫态）的60%以上。

四、不防治棉田的棉蚜、棉铃虫和捕食性天敌数量间的比例变化调查

调查结果整理如表3。从6、7、8、9四个月天敌有效虫态的数量，以8月份最高，6月份最低，其顺序为8月>9月>7月>6月。但天敌和棉铃虫的比例，则是9月份最高，6月份最低，其顺序为9月>8月>7月>6月。而天敌和棉蚜的比例，以6月份最高，7月份最低，其顺序为6月>9月>8月>7月。

上述情况说明，6、7月份的棉铃虫的相对数量大，此时期，捕食性天敌不易控制其为害，有造成经济为害的可能，应注意采取防治措施。今年寺庄基点，因棉铃虫卵和低龄幼虫的自然寄生率较高，在上述益害比例的基础上，只要释放一定量的赤眼蜂即能解决问题。至于8、9月份，天敌和棉铃虫的比例在15:1以上的情况下，可完全不进行人为防治。7、8月份，蚜虫的相对数量虽然较大，但在上述益害比为1:50以上的情况下，不需采用人为的防治措施，只是依靠天敌的自然抑制，蚜虫基本上没有

表3 不防治棉田的棉蚜、棉铃虫和捕食性天敌数量间
比例变化关系

望都, 1979

月 份	调查 株数	调查 次数	平均百株 天敌数 (头)	平均百株 棉铃虫数 (头)	平均百株 蚜虫数 (头)	天敌、棉 铃虫比例	天敌、蚜 虫比例	备 注
6	600	6	53.00	17.17	349.50	3.09:1	1:6.59	天敌数只
7	600	6	175.83	31.50		5.58:1		包括有效
	400	4	133.25		6676.5		1:50.11	虫态; 棉
8	600	6	222.00	14.33	9938	15.49:1	1:44.77	铃虫包括
9	500	5	149.80	5.60	2681	26.75:1	1:17.90	卵和幼虫

造成经济为害。

五、寄生性天敌对棉田主要害虫的控制作用

(一) 赤眼蜂对棉铃虫卵的控制作用

在棉铃虫二、三、四代卵的初盛期、盛期、和末期, 分别在不防治棉田、生防棉田和化防棉田随机采集二天以上的棉铃虫卵(即黄色卵), 进行室内培养观察。其结果见表4。就棉铃虫的世代而论, 不防治田和生防田均以二代的被寄生率最高(分别为23.43%和57.03%), 四代次之, 三代最低。就棉田类型而论, 以生防田的寄生率最高, 不防治田次之, 化防田最低。

(二) 棉铃虫幼虫寄生率调查

在棉铃虫二、三、四代幼虫发生期的初期、盛期和末期, 分别从系统调查棉田随机采集1—3龄、4—6龄的幼虫, 分别单个装在指形管里(30×80mm)饲养观察, 每天更换一次饲料, 同时观察记载寄生情况, 直至化蛹、羽化为止。其结果见表5。

就棉铃虫的世代而论, 二代幼虫期的寄生率高于四代, 三代

表4 棉铃虫卵期寄生率调查

望都, 1979

棉铃虫世代	棉田类型	采卵时期	观察卵粒数	孵 化		死 亡		寄 生	
				数 量 (粒)	孵化率 (%)	数 量 (粒)	死亡率 (%)	数 量 (粒)	寄生率 (%)
二	不防治田	6月26日— 7月8日	461	342	73.87	11	2.39	108	23.43
	生防田	6月28日— 7月9日	526	195	37.07	31	5.89	300	57.03
	化防田	7月7日—8日	150	85	56.67	50	33.33	15	10.0
三	不防治田	8月6日	50	48	96	1	2.0	1	2.0
	生防田	8月6日—10日	189	179	94.71	1	0.53	9	4.76
	化防田	8月7日	120	118	98.33	1	0.83	1	0.83
四	不防治田	9月5日—7日	200	168	84	8	4.0	24	12.0
	生防田	9月5日—13日	605	419	69.26	18	2.98	168	27.77
	化防田	9月6日	100	75	75	4	4	21	21.0

注: 生防田和化防田, 在7月中旬以后, 均没有采用人为防治措施。

最低; 就棉田类型而论, 不防治田的寄生率>生防田>化防田; 就幼虫龄期而论, 1—3龄的幼虫寄生率远远高于4—6龄幼虫的寄生率。在不防治棉田, 第二代1—3龄幼虫期的寄生率高达49.15%, 是同期化防田(其寄生率为12.07%)的4.07倍。

从棉铃虫幼虫寄生性天敌种类看, 通过室内饲养采集到的寄生性天敌共五种, 它们是唇齿姬蜂、侧沟茧蜂、弯尾姬蜂(*Didegmg* sp.)、拟瘦姬蜂和日本追寄蝇(*Exorista japonica* Tyler-Townsend)。其中以唇齿姬蜂和侧沟茧蜂对棉铃虫幼虫的抑制能力最强。

从田间调查和饲养观察看, 唇齿姬蜂只寄生于3龄以前的幼虫。该寄生蜂的幼虫从寄主腹部末端钻出后, 将寄主体液吸干,

寄主立即死亡。由于该蜂幼虫以三龄前的棉铃虫体液为食，导致了寄主的大量死亡。不仅能压低4—6龄幼虫的数量，减轻当代为害，而且可以控制下一代，使之轻度发生，甚至能达到不造成经济为害的程度。另外，根据田间的实际观察，该蜂的适应性较强，对低龄幼虫有很强的觅寻能力。是一种值得引起重视并加强研究的天敌资源。

侧沟茧蜂主要寄生于三龄以前的棉铃虫幼虫，该蜂幼虫从寄主体内钻出后，不吸干寄主体液，寄主不能立即死亡，但失去取食和爬行能力，而后逐渐死亡。从调查情况看，该蜂以二代自然寄生率最高，达30.51%，四代次之（8.33%），三代最低（5.08%）。说明它在抑制二代棉铃虫低龄幼虫方面同样发挥了很大作用，是不可忽视的因素。

拟瘦姬蜂主要产卵于4—6龄棉铃虫幼虫体内，对1—3龄的幼虫很少产卵寄生。棉铃虫幼虫被寄生后，几乎不影响正常取食活动，到棉铃虫幼虫入土后才能出蜂，所以该蜂不能抑制寄主的当代为害。它的寄生率远不及前二种寄生蜂的寄生率高，最高寄生率仅达8.33%。

根据各代棉铃虫的饲养观察，寄生蝇的数量很少，寄生率很低。最高寄生率仅有2.13%。

六、改善农田生态条件，对棉田害虫 进行综合治理的初步实践

为了使自然天敌资源在农业生产中发挥应有的效益，在望都寺庄基点，根据现有的生态环境和目前的防治水平，采取了部分保护天敌的措施，主要有：

（一）建设农田林网

全大队共有耕地4,975亩，目前已基本实现林网化。通过纵横交错的林网将耕地分隔成大小不同的26方块，平均每方块约200

表 5 棉铃虫幼虫寄生性

棉铃虫世代	棉田类型	幼虫龄期(龄)	观察数量(头)	死 亡		化 蛹	
				死亡数(头)	死亡率(%)	化蛹数(头)	化蛹率(%)
二 代	不防治田	1—3	59	9	15.25	22	37.29
		3—4	39	9	23.08	15	38.46
		5—6	12	1	8.33	11	91.67
	生防田	1—3	88	9	10.23	55	62.50
		4—6	47	1	2.13	46	97.87
	化防田	1—3	58	10	17.24	43	74.14
		4—6	50	2	4.00	48	96.00
三 代	不防治田	1—3	59	6	10.17	31	52.54
		4—6	47	6	12.77	40	85.11
	生防田	1—3	45	4	8.89	31	68.89
		4—6	49	2	4.08	47	95.92
	化防田	1—3	32	3	9.38	24	75.00
		4—6	12	0	0	12	100
四 代		1—3	66	20	30.3	/	/

注：“死亡”是指被寄生以外的其它原因造成的死亡。在三、四代，无论生防田、

天敌种类及寄生率

望都, 1979

幼虫期天敌寄生								总寄生率	
唇齿姬蜂		侧沟茧蜂		拟瘦姬蜂		寄生蝇		寄生数(头)	寄生率(%)
寄生数(头)	%	寄生数(头)	%	寄生数(头)	%	寄生数(头)	%		
10	16.95	18	30.51	0	0	1	1.69	29	49.15
5	12.82	10	25.64	1	2.56	0	0	16	41.03
0	0	0	0	1	8.33	0	0	1	8.33
13	14.77	11	12.50	1	1.14	0	0	25	28.41
0	0	0	0	2	4.26	1	2.13	3	6.38
6	10.34	1	1.72	0	0	0	0	7	12.07
0	0	0	0	1	2.00	1	2.00	2	4.00
11	18.64	3	5.08	0	0	0	0	14	24.14
0	0	1	2.13	0	0	0	0	1	2.13
9	20.00	1	2.22	0	0	0	0	10	22.22
0	0	0	0	1	2.04	0	0	1	2.04
5	15.63	0	0	0	0	0	0	5	15.63
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	31.94	6	8.33	/	/	/	/	29	40.27

还是化防田均未进行任何防治。

亩。农田林网的树木以当地适宜生长的杨、榆为主。目前大小林木约有70,000余株，林带总长度达41.5华里。

（二）调整作物布局

根据以往的调查，发现大片连方的棉田一般都比棉田和其他作物混栽栽培的虫害严重，从一九七九年开始，改变过去棉田集中种植的习惯，将全大队1,000多亩棉田分隔种植，避免大片连方。同时，在每个方田中，尽量作到各种作物的多样化。

（三）注意保留田野中的一些自然生态环境

例如，在不影响耕作的前提下，尽量保留一些杂草丛生的坟地、池塘、沟渠以及一些永久性田埂，使其尽量避免遭到人为破坏。将其作为各种天敌的“自然保护区”，为各种天敌提供休养生息的场所。

（四）在棉田害虫的防治工作中，不机械地按照目前通用化学防治标准进行除治，而是密切注视害虫和天敌的消长变化，尽量不施或少施化学农药，而采用人工助迁瓢虫、释放赤眼蜂或施用“7216”等行之有效的生物防治措施，保护各种天敌避遭杀伤。

采用上述措施，在一定程度上改善了当地的生态环境和农田的小气候，不仅有利于各种作物的正常生长，也有利于各种昆虫的生存和繁殖，同时又为释放天敌（例如人工助迁瓢虫防治棉蚜，释放赤眼蜂和施用“7216”菌药防治棉铃虫）提供了较适宜的小气候条件，更能充分发挥其效益。由于农田中各种作物的混栽栽培和各种树木及野生植物的多样化，为各种昆虫提供了不同的季节食料，使整个昆虫相变得越来越复杂。一方面是天敌和其他不造成经济为害的昆虫成倍增加，使各种天敌群落恢复了元气。另一方面，棉蚜、棉铃虫等长期为害的主要害虫受到了很大的抑制。当然，上述的几项措施还是初步的，不全面的，但从现行的一些措施看，已经收到了一定效益。一九七九年寺庄大队共植棉1,128亩，有1029亩未施用化学农药，摆脱了单纯依赖化学

农药的被动局面。防治费用由一九七六年前的每亩11元多降到1.69元。防治用工由每亩9个多降到1.91个。皮棉产量,根据田间实测,可达60斤/亩,比一九七七年的29斤/亩增产1倍多。

七、讨 论

(一)害虫天敌是农田生态系统中的重要成员,是在长期的历史发展过程中形成的。在农田中存在着非常丰富的天敌资源,各种害虫受到多种天敌的控制,而且这种控制作用是很大的,这是我们开展生物防治的重要根据之一。因此,必须将天敌资源的调查作为一项重要的基础工作来抓。

(二)根据两年来在望都基点的调查,在棉田生态系统中,捕食性天敌的优势类群主要是蜘蛛类、食虫蜻类、瓢虫类和草蛉类四大类。而且每一优势类群都有比较明显的前后交错的优势种,虽然年度之间有所变化,但它们之间保持着相对稳定的比例关系。

(三)本文中所说的优势种,仅是按照通常的概念提出的,即在某种生物群落中数量最多的种,称为优势种。此外,我们认为,作为天敌昆虫的优势种,还应包含有下面的含意:它们能够很好地适应某种生态环境(例如上述的棉田生态系);它们是某些天敌类群中的核心成员,至少在一年中的某一季节是如此;能够对某种主要害虫起较强的控制作用。

(四)目前我省棉铃虫各代卵寄生蜂的种类尚不完全清楚,因此,在应用赤眼蜂防治棉铃虫方面尚存在一定的盲目性。就望都基点的情况看,虽然在棉田采用了大蜂量连片释放(放蜂12次,总放蜂量每亩达十一万头),但放蜂田的平均寄生率仅比自然寄生率高1.43倍,而且停止放蜂后,棉田中蜂群系数没有显著增加。这种情况和原放蜂量是不适应的。其原因,除了与繁蜂的质量和放蜂技术有关外,释放的蜂种和自然界的蜂种不一致可能

是重要原因。因此，查清棉铃虫各代卵期的赤眼蜂种类及其变化规律，对目前应用赤眼蜂防治棉铃虫有现实指导意义。

(五) 据望都基点两年来的调查，生防田和不防治田棉铃虫高龄幼虫远远低于低龄幼虫的数量。其原因，除了初孵幼虫的自然死亡和被捕食外，寄生性天敌对低龄幼虫的抑制作用是一个不可忽略的重要因素。因此，对于唇齿姬蜂和侧沟茧蜂等低龄幼虫的寄生蜂是值得引起重视并加强研究的天敌资源。

(六) 棉田中天敌种类繁多，种间、种内斗争很激烈，应深入调查研究它们之间的关系，明确棉田生态系中食物链锁关系以及主要天敌种类在食物链锁中的地位。在此基础上，才能对某种主要天敌作出全面的评价。与此同时，对一些不造成经济为害的次要害虫也应作出合理的评价。

保护利用自然天敌，开展棉虫综合防治

江苏省盐城地区植保植检站

大丰县植保站 大桥公社农科站

自然天敌种类丰富，它们影响着害虫的消长。几年来，我们在调查棉田天敌资源的基础上，进行了保护、利用的摸索，取得了一些效果。实践证明，自然天敌可以作为棉虫综合防治的一个重要方面而加以利用。

一、保护、利用自然天敌的可能性

（一）天敌的种类丰富，密度较大

初步调查，大桥公社主要棉虫天敌有二百余种，其中捕食性天敌有一百一十种；寄生性天敌约一百二十种。作用比较大的种类有：三突花蛛、龟纹瓢虫、丽草蛉、中华草蛉、小花蝽、玉米螟赤眼蜂、玉米螟长距茧蜂、棉铃虫唇齿姬蜂、绒茧蜂、日本蚜茧蜂和印度蚜茧蜂等。这些天敌的常年发生量都比较大。如三突花蛛、草蛉、龟纹瓢虫〔均记成若（幼）虫〕一九七六到一九八〇年定期调查二十七次总计，密度分别为百株棉花417.6头、201.5头和26.87头（表1）。

粮棉间作棉田，玉米、棉花上都有相当数量的天敌活动，如一九七八年六月二十一日调查，百株玉米上有蜘蛛260—361头，瓢虫64—84头，小花蝽40—76头，二代棉铃虫3、4龄幼虫寄生率为20.6—50.0%；一九七九年八月二十九日调查，百株棉花上有蜘蛛59—124头，瓢虫17—23头，草蛉2—3头，小花蝽5—24

表1 大桥五队历年定期天敌密度调查比较

(头/百株棉花)

项目 天敌名称	调查时间 (月/日)	合计调查 次数	天敌累加总和(头)				
			1980年	1979年	1977年	1976年	平均
三突花蛛	6/4—10/20	27	549.5	517	180	42.4	417.6
龟纹瓢虫	6/4—10/20	27	334	343	34	85	201.5
草 蛉	6/4—10/20	27	36	35	12.5	24	26.87

头,在种植高粱诱带以后,玉米螟赤眼蜂的发生数量都比较大,如一九七七年,三代玉米螟卵块寄生率达50—100%,一九七九年三代玉米螟,玉米上卵块寄生率为95.2—100%,高粱上寄生率为78.6—100%,棉花上寄生率为66.7—83.4%。

(二) 主要天敌的发生期和有关害虫的发生期比较吻合

五月中、下旬以前,越冬的三突花蛛成、幼蛛大量活动,对麦粘虫和一代棉铃虫幼虫发生期正好相遇,而七月中旬到九月中、下旬(个别年份,如一九七九年可以延续到十月中、下旬),棉田三突花蛛数量一直处于高潮,其中七月上、中旬为一代三突花蛛的若蛛盛期,七月下、八月上旬进入一代三突花蛛的成蛛期,七月底至十月上旬为二代若蛛期,九月上旬进入二代成蛛时期,这段时期正是二、三、四代棉铃虫的发生时期,两者相遇,再加上三突花蛛的活动性比较大,因此,三突花蛛在控制棉铃虫的为害作用比较大。

五月下旬是龟纹瓢虫第一代成虫发生期,开始向春播作物上转移,虽然棉麦套种,苗期棉蚜发生较轻,但是玉米上有大量的蚜虫可供瓢虫取食、产卵、繁殖,扩大群体,从六月下旬起,开始进入瓢虫高峰时期,可维持至八月下旬(有的年份可维持到九月中旬),这段时期恰是伏蚜的发生时期,因此龟纹瓢虫对伏蚜的控制作用不可忽视。

小花蟥常年发生约八代，其中在棉田约发生五代。主要发生期在七月上旬至九月下旬（第四代至第七代，若把第三代亦算在内，则发生期可从六月上、中旬算起），这段时期是红蜘蛛、棉铃虫等多种害虫的发生时期，小花蟥对它们的为害有一定的控制作用。

（三）主要天敌对有关害虫的控制作用

自进入七十年代以来，棉花伏蚜有了发展，特别是苗期用药较多，遇上适宜的气候条件，伏蚜常暴发成灾。大桥公社从一九七五年开始，注意保护利用自然天敌，基本上控制了伏蚜的为害。如一九七九年七月二十一日调查，蚜株率达63—100%，百株蚜量高达9,960—32,000头，但同时有瓢虫、草蛉幼虫55—121头，至七月底，蚜虫基本上被瓢虫、草蛉食光，未造成受害。

棉铃虫是我区的常发性棉虫，特别是粮棉间作以后，三、四代的发生频率和严重程度都较高，但是，加强玉米上的人工防治以后，利用自然天敌，有一定的控制作用。一九七六年三代棉铃虫百株累计落卵71粒，高峰期当日卵量14—38粒，平均18粒，同时百株有三突花蛛35头，草蛉5.4头，未用药防治，百株残留虫2.8头，占总卵量的3.94%；一九七六年四代棉铃虫期间观察，累计着卵百株217粒，高峰期卵量为34—186粒，平均50.5粒，有三突花蛛62头，亦未用药防治，百株残留虫2.5头，占总卵量的1.15%；一九七八年三、四代棉铃虫期间进行卵和幼虫消亡因素的观察，自八月九日至三十日，共计观察卵2,196粒，其中被天敌取食168粒，占7.65%；被天敌寄生16粒，占0.8%；孵化的380粒，占17.3%，由于其他因素和随蕾脱落56粒，占2.5%；在孵化的380头幼虫中，被天敌取食和寄生的100头，占26.32%；随着铃脱落消失的32头，占8.42%；最后入土化蛹的16头，占孵化幼虫总数的4.21%，占总卵量的0.73%。捕食性天敌和寄生性天敌在控制棉铃虫的发生与为害中起了不小的作用。

玉米螟，在粮棉间作地区，一、二代主要为害玉米，三代则

主要为害棉花。常年一代卵和幼虫寄生率都比较低。二、三代寄生率较高，二代的寄生，压低了三代的发生基数；三代的寄生，控制了玉米螟对棉花的为害。一九七九年调查，二代玉米螟，玉米上卵块寄生率为37.5%，高粱上玉米螟卵块寄生率为33.8—63.3%，玉米螟幼虫被长距茧蜂寄生率为20.4%，高粱上幼虫寄生率49.1—56%；三代玉米螟，玉米上卵块寄生率为95.2—100%，高粱上卵块寄生率为78.6—100%，棉花上卵块寄生率为66.7—83.4%。棉花上玉米螟幼虫寄生率6.2%。

一九七九年发现，绒茧蜂对二、三代金钢钻的为害有一定的控制作用，二代幼虫寄生率为25%，三代幼虫寄生率为25—34.8%，减轻了金钢钻大发生的为害。一九八〇年查到一种甲腹茧蜂，对一至五龄棉小卷叶蛾幼虫平均寄生率达32.7%，在控制四代小卷叶蛾的为害方面作用较大。

二、保护、利用自然天敌的措施

为了充分发挥自然天敌控制害虫的作用，必须在田间建立一个比较丰富而又比较稳定的天敌群落，我们在调查、分析了影响天敌消长因素的基础上，着重采取以下措施，进行保护，力争少杀伤天敌，多繁多用天敌。

（一）合理耕作制度

现行的粮棉绿间套作制度，既有利于害虫的发生、为害，又有利于天敌的保存和增殖，对天敌的作用主要是三个方面：一是避免大耕大种，周年长有作物，利于天敌隐蔽藏匿；二是害虫种类比较多，天敌食料比较丰富；三是密源植物较多，利于天敌补充营养，扩大繁殖系数。据观察，纯麦套棉田，因割麦、灭茬，天敌数量可减少90%左右；豆麦间作田、套种玉米棉花，则因收获麦子和蚕豆，分别使天敌数量减少26.5%和12.7%；而蚕豆田内套种玉米棉花，收获蚕豆，天敌数量只减少12.1%。由此可

见,合理的耕作制度对保持田间天敌种群的稳定性具有显著作用。大桥公社自一九七五年以来,夏熟麦豆绿间作和秋熟粮棉绿间作面积都有所发展,这对稳定天敌的种群密度和加速田间天敌的增殖起了积极作用。

(二) 讲究药剂防治策略

实践证明,大量施用农药是使棉田天敌密度大幅度下降的主要人为因素。如使用一六〇五和二二三乳剂混合液防治棉红铃虫,可使蜘蛛类天敌减少80%以上,大面积调查的结果也是用药越多,天敌种类数量都明显减少,其天敌种类减少30%,天敌数量减少达50%以上。因此,很有必要讲究防治策略,以减少药剂防治的面积和次数,其指导思想是压低虫源控制害虫发生基数,治重点减轻害虫的直接为害,具体方法是:

1. 狠治虫源田 蚕豆、苕子、胡萝卜留种田以及桑园等,是一、二代盲蝽象的虫源田,这部分田块面积较小,相当于早发棉田的四分之一,在虫源田内采取药剂狠治的办法,可以有效的减少盲蝽迁入棉田,缩小大田用药面积和次数,一九七九年民丰大队640亩蚕豆田普治一代盲蝽一次,对十一亩胡萝卜和六十亩苕子、箭舌豌豆留种田狠治二代盲蝽二、三次,结果全大队1,664亩棉田二、三代盲蝽均未用药防治,棉苗被害率仅为1—2%。

2. 治田外、保田内 红铃虫主要在花铃内和枯铃内越冬,采取摘枯铃和烟雾剂熏蒸花仓,加强越冬防治。可使近花仓的早发棉田减少卵量60%左右。一九七六年调查,未搞越冬防治的,近花仓早发棉田,百株卵量为406粒,狠抓越冬防治的,百株卵量为168粒,狠抓越冬防治比未搞越冬防治的减少卵量58.6%。

3. 治小田、保大田 早发棉田是多种害虫集中为害的重点,特别是一代红铃虫,二、三代盲蝽,这种田块要重点查治,以减少下代发生基数。在抓好蚕豆、玉米上红蜘蛛防治的基础上,棉田红蜘蛛的发生特点是由点到面逐步扩散。因此,加强红蜘蛛的武装侦查,及时发现,就地消灭,可以起到治小田,保大田,治一

点，保一片的作用。

(三) 科学地使用农药

因为不同农药品种，不同浓度、不同施药方法和不同用药时间，对天敌的杀伤都有不同程度的差别。因此，可以采取以下方法，达到护益灭害两不误：

1. 尽可能改用对害虫高效，对天敌杀伤小的品种 如防治棉蚜可用灰敌合剂*。防治棉铃虫低龄幼虫可用1:1000—1500的晶体敌百虫稀释液；防治红蜘蛛可用三氯杀螨砒加三氯杀螨醇混合稀释液（对红蜘蛛防治效果达97%以上，对龟纹瓢虫蛹杀伤只有24%）等等。

2. 选择有效的低浓度使用剂量 如防治盲蝽象可以用50%马拉松三千倍稀释液，或40%乐果五千倍稀释液。不影响防治效果，但对三突花蛛的杀伤率由常用浓度（50%马拉松一千五百倍稀释液或40%乐果二千倍稀释液）的46.4%下降到12.8%。

3. 采用对天敌杀伤小的施药方法 防治二、三代红铃虫普遍采用敌敌畏毒土熏杀成虫的方法，比原来用一六〇五加二二三乳剂混用喷雾，防治效果由原来的60—70%，增至70%以上，对蜘蛛类天敌的杀伤由原来的80%以上，降低到20%以下。防治棉铃虫普遍采用喷雾消灭幼虫的办法，而较少采用对天敌杀伤特别严重的喷粉消灭成、幼虫的方法。

4. 把准用药的关键时机 即在不影响药效的前提下，尽可能把施药安排在天敌耐药力较强时期。如一九七九年发现，五月下旬正是红蜘蛛的若螨、卵高峰期，而这时又正是龟纹瓢虫的化蛹盛期（耐药力较强的时期），我们即抓住这一有利时期，突击防治红蜘蛛，治住了红蜘蛛，减少了龟纹瓢虫的伤亡。

(四) 适当调整防治指标

* 灰敌合剂：草木灰100斤加水400斤浸泡24小时，过滤，每百斤滤液加晶体敌百虫8斤，配成母液，每斤母液兑水300斤喷雾。

在进行保护、利用天敌的过程中，感到原有的一些防治标准过于严格，坚持原有指标，常导致用药时间较早，用药面积较大，用药次数较多，不利于保护和利用天敌，因而作了适当的调整。大桥公社防治棉铃虫，由原来的打卵孵高峰，改为打二龄幼虫高峰，普治标准，三代由原来的百株有卵15—20粒，改为百株二龄以上幼虫5头以上；四代由原来的百株有卵40粒，改为百株二龄以上幼虫10头以上。综合考虑天敌的控制因素，初步确定，三代时，当草蛉、三突花蛛、瓢虫、小花蝽等主要天敌与棉铃虫之比在二比一以上可以不用农药；四代时，对嫩绿棉田，天敌与棉铃虫幼虫之比为二比一以上，对早衰棉田，天敌与棉铃虫幼虫之比为一比一以上，可以利用自然天敌，辅以农业措施，控制三、四代棉铃虫的为害；棉蚜采取蚜害指数法，防治指标由原来的蚜株率20—30%或百株有蚜100—200头，改为蚜害指数250—300头；棉田盲蝽的防治标准，由原来的棉苗嫩头被害1%，改为成虫造成嫩头被害3%或若虫造成嫩头被害10%以上，不足上述指标的，进行挑治。实施调整后的防治指标，棉铃虫经过一九七八年特大发生的考验，棉蚜和盲蝽经过一九七九年较大发生的考验，都未发生问题，为害率均被控制在经济允许指标之内。

（五）种植诱集作物

主要是在棉田周围种植高粱诱集带。高粱原来用于诱集三、四代棉铃虫产卵之用，但实际效果不太理想，实践中发现，高粱对玉米螟的诱集能力优于棉铃虫，技术要求不如诱集棉铃虫严格，我们把高粱主要用于诱集玉米螟产卵，经过几年来的实践，种植高粱诱集带，其作用主要有：

1. 诱集玉米螟在高粱产卵，减少玉米螟在棉田的着卵数量，一九七七年调查，可减少50%以上。

2. 经过高粱上繁殖玉米螟赤眼蜂，增加对棉田玉米螟卵块的寄生率，一九七九年调查，高粱上二代玉米螟卵块寄生率达33.8—63.3%，三代玉米螟卵块寄生率为78.6—100%；棉田三代玉米螟

卵块寄生率达66.7—83.4%，比未种高粱诱集带的提高34—50%。

3. 高粱上蚜虫多（不为害棉花），利于瓢虫、草蛉和蜘蛛的增殖，一九八〇年八月二十五日至九月七日三次调查，百株高粱有瓢虫、草蛉及蜘蛛类天敌总计分别为140头、150头和96头。它们向棉株迁移，可以壮大棉株上天敌种群群体，增强了天敌对害虫的控制作用。种诱集带的棉田内天敌的密度要比未种高粱诱集带的高10%以上，一九七九年甚至高出42%。

（六）结合栽培措施，进行人工防治，尽量减少害虫发生数量，减轻防治压力

防治红蜘蛛，采取清除田间田埂杂草（特别是卷耳）蚕豆打顶，抹除玉米叶上的红蜘蛛以及摘除玉米下部老叶；

防治盲蝽，采取蚕豆打头；

防治棉铃虫、金刚钻：二代棉铃虫集中为害玉米时，人工捕捉残虫，压基数控三代；采取树枝把诱蛾；打顶心（可减少三代棉铃虫卵量48.7%，减少三代棉铃虫幼虫数量47.2%）打边心、抹赘芽（可减少四代棉铃虫卵量50.5%，减少四代棉铃虫幼虫58%；可减少三代金刚钻卵量66.3—94.1%，减少幼虫45.5—81.2%）。

三、保护、利用自然天敌的实施效果

从一九七五年以来，我们把保护、利用自然天敌作为棉虫综合防治的一个主要方面来实施，取得了一定的效果，主要表现在：

（一）用药面积、次数和费用下降

如一九七八年三、四代棉铃虫特大发生，全社40621亩铺地棉田，将近50%的棉田未用药防治，用药防治的也普遍减少1—2次（表2）。

一九七八、一九七九两年伏蚜比较严重，均是依靠自然天敌，一枪未发而控制了为害。玉米螟也大大减少了用药面积。

农药使用数量逐年有所下降，一九七八年比一九七七年减少

表2 一九七八年大桥公社三、四代棉铃虫用药情况

用 药 情 况	三 代		四 代		备 注
	面积(亩)	占总面积(%)	面积(亩)	占总面积(%)	
未用药防治	18,570	45.72	21,596	53.08	三代百株累计卵量384粒 四代为1,419.5粒
用药一次	12,061	29.69	11,789	29.02	
用药二次	7,310	18.00	5,301	13.05	
用药三次	2,680	6.60	1,968	4.84	

31.17%，一九七九年又比一九七八年减少58.5%（表3）：

表3 大桥公社一九七五至一九八〇年农药用量变化情况表

年份	农药用量	比1975年减少		比1976年减少		比1977年减少		比1978年减少		比1979年减少	
	(斤)	斤	%	斤	%	斤	%	斤	%	斤	%
1975	506,000										
1976	223,888	282112	55.75								
1977	175,767	330233	65.26	48121	21.49						
1978	120,980	385020	76.09	102908	45.96	54787	31.17				
1979	50,200	455800	90.07	173688	77.66	125567	71.44	72780	58.5		
1980	38,000	468000	92.49	185888	83.02	137767	78.38	82980	68.58	12200	24.3

农药费用也逐年有所下降，一九七八年每百斤皮棉费用比一九七七年减少八角八分，一九七九年又比七八年减少一元一角五分，皮棉产量逐年提高（表4）。

（二）虫害率下降

以棉铃虫、玉米螟为例，通过全社各大队类型田块的调查，一九七八年三代棉铃虫铃害率平均为1.1%，，四代为2.4%；三代玉米螟铃害率为2.02%。一九七九年四代棉铃虫铃害率为0.1%，

表4 大桥公社一九七六至一九七九年棉花治虫农药费用情况表

年 份	药费总金额	每亩棉田药费	百斤皮棉药费	皮 棉 产 量	
	(元)	(元)	(元)	总产(担)	计划单产 (斤)
1976	116,099	3.53	4.23	27178	107.1
1977	81,654	2.13	2.91	28153	111.1
1978	79,128	1.99	2.03	38963	153.4
1979	36,788	0.81	0.88	42164	166.0

三代玉米螟铃害率为1.09%，一九八〇年四代棉铃虫铃害率为0.02%，三代玉米螟铃害率为0.46%都被控制在比较轻微的程度(一九七六到一九八〇年棉铃虫、玉米螟为害情况详见表5)，盲蝽的为害也得到较好的控制。

表5 一九七六至一九七九年大桥公社棉铃虫、玉米螟铃害率

年份	棉 铃 虫 %			玉米螟%	备 注
	三 代	四 代	百株残虫	三 代	
1976	1.6	1.93	8.3	5.9	
1977	0.53	0.2	4.5	2.57	
1978	1.1	2.4	11.6	2.02	
1979	0	0.1	1.1	1.09	
1980	0	0.02		0.46	

(三) 环境污染有所好转

一是基本建立了比较丰富和比较稳定的天敌种群(见表1);二是水中农药含量有所下降。据县卫生防疫部门测定一九七八年

水中六六六的残留为4.3微克/升，比县平均水平减少84.64%，一九七九年测定为1.5微克/升。三是杜绝了生产性农药中毒事故的发生。

四、问题和讨论

根据我区现行的耕作制度和天敌的实际发生情况，我们认为自然天敌对不少害虫，有一定的抑制作用，保护、利用自然天敌应该在棉虫综合防治过程中予以重视，但是也存在一些不可忽视的问题。

（一）自然天敌控制害虫种类和控制能力的局限性

自然天敌对棉蚜、棉铃虫、玉米螟具有比较强而且比较稳定的控制作用，对其它一些害虫虽有一定的控制作用，但是不稳定，特别是红铃虫，卵寄生未曾发现，幼虫一孵化即钻入棉铃，寄生率也很低，被捕食的较少。红蜘蛛、盲蝽的天敌控制效果也很差，同时自然天敌对一些偶发性害虫（特别是那些暴发性害虫）如棉大卷叶虫，棉小造桥虫等暴发时的控制能力显著地较差。对于害虫控制能力较差的天敌是否可通过引种等方法，以补不足，尚待探索。

（二）对于保护、利用自然天敌和药剂防治两方面应该通盘考虑，不能偏废任何一方

保护、利用自然天敌，有恢复棉田有益生物和有害生物生态平衡，减少环境污染，降低生产成本的优点，但对某些害虫的控制能力较差。药剂防治效果稳定，见效快，但对有益生物杀伤较大，环境污染较严重。因此，保护、利用天敌和药剂防治要互相配合使用，扬长避短，做到能利用天敌控制害虫为害时，不用化学农药防治，利用天敌不能控制害虫为害时，则应使用药剂或其他有效措施，防治虫害。在使用药剂时，也要考虑对天敌的保护，力争少杀伤。

(三) 保护、利用自然天敌后的问题

由于大幅度地减少了农药的用量, 棉田生态条件因此起了一定程度的变化, 害虫的发生亦会随之而起变化, 对此需特别注意, 一九七八年棉小造桥虫普遍发生, 一九七九年棉大卷叶虫发生, 由于思想准备不够, 不少生产队吃了亏。

(四) 开展保护、利用自然天敌以后的治虫用工问题

开展保护、利用自然天敌, 害虫和天敌的发生情况都要调查, 防治农作物害虫从两查两定过渡到“三查三定”, 势必要增加查虫用工, 但却可以大大减少施药用工。大桥五队开展“三查三定”后, 治虫用工的调查(表6), 基本可以说明花一点查虫工是合算的。

表6 大桥大队开展“三查三定”后治虫用工变化表

年 份	查 虫 工	施 药 工	捉 虫 工	合 计	备 注
1974	0.2	11.9	3.4	15.5	1975年起搞
1975	0.3	5.2	2.5	8.0	三查三定,
1976	0.4	4.1	0.5	5.0	治虫用工按
1977	0.4	2.3	0.2	2.9	百斤皮棉计
1978	0.5	0.9	2.0	3.4	算
1979	0.3	0.9	0.74	1.94	不 算

农田蛙类的保护利用*

浙江省缙云县农业局 李思椿

我国南方的农田中,栖息着多种蛙类,如泽蛙(*Rana limncharis* Boie)、黑斑蛙(*Rana nigromaculata* Hallowell)、沼蛙(*Rana guentheri* Boulenger)、虎纹蛙(*Rana tigrina rugulosa* Wiegmann)、金线蛙(*Rana plancyi* Lataste)、中国雨蛙(*Hyla chinensis* Guenther)等,还有蟾蜍类如中华大蟾蜍(*Bufo bufo gargarizans* Cantor)、黑眶蟾蜍(*Bufo melanostictus* Schneider)等,它们都是害虫的天敌,以农田中的害虫为其主要食料,劳动人民早就知道,因此被誉为“捕虫能手”“庄稼卫士”。我国历史文献上,早有保护青蛙,禁捕青蛙的记载。解放后党和政府,非常重视对青蛙的保护工作。但从六十年代以来,由于农业耕作制度的改变、化学农药与化学肥料的大量施用以及某些栽培技术的改变等因素的影响,致使农田中蛙类的生存受到极大威胁,蛙类数量锐减,不能不引起农业科学工作者的注意。

近年来开展保护利用青蛙的研究证实,采取一些针对性措施,可以使农田中的蛙类迅速回升,达到控制害虫的效果。

蛙类是典型的水陆两栖动物,一生中分卵、幼体(一般称蝌蚪)和成体(称蛙)三个阶段,一般蛙类多在水中产卵,(只有树蛙产卵在树叶上,孵化后掉入水中生活),卵量极大。一只黑斑蛙一年产卵一次,达1000—5200粒。一只泽蛙一年产卵2—3

* 吴献昌同志为本文提供部分试验数据,特此致谢。

次，每次产500—1200粒。一只大蟾蜍，一年产卵一次，卵量达2700—6000粒。笔者一九七五年五月上旬调查刚栽插早稻时的水田，从低海拔200米以下的平原连作稻区，到海拔900米的高山单季稻区，无蝌蚪生存的稻田仅占9.02%，蝌蚪量每亩5,000只以下的占34.51%，每亩5,000—10,000只的占34.85%，每亩10,000只以上的占21.92%（表1）。由此可见，蛙类的繁殖力很强，如果注意加以保护，可使农田中的蛙类不断回升。但从一粒受精的蛙卵，发育成新个体。其中要经过一个变态的阶段。特别是发育过程中从卵到蝌蚪阶段，时刻离不开水，活动力弱，易受外界因素的伤害，引起大量死亡。所以保护蛙卵及蝌蚪，是保护青蛙的中心环节。

表1 蛙类蝌蚪分布调查

调查类型	无蝌蚪田占%	每亩蝌蚪	每亩蝌蚪	每亩蝌蚪
		5000以下占%	5000—10000只占%	10000只以上占%
海拔200米以下 连作稻田	9.76	39.02	32.9	18.89
200—500米 连作稻田	11.61	24.48	34.54	29.38
800—900米 连作稻田	5.78	40.04	37.13	17.5

一、蛙类死亡的原因及其保护措施

蛙类死亡的原因可分两类：一是自然因素引起的死亡；例如冬眠期的死亡，夏、秋季旱害、洪水为害、敌害（蛇、四脚蛇、黄鼬、线虫）等。二是人为的因素引起的死亡；例如农药、化肥、耕

作、烤田、耘田、捕捉、放养家禽等。而后者引起的死亡，是近年农田蛙类减少的主要原因，其保护措施如下：

(一) 施用化学农药对蛙类的毒杀及其挽救措施

在稻田中大量频繁施用化学农药，对蛙类的卵、蝌蚪及成蛙均会造成杀伤，据试验，有机氯农药对蝌蚪的杀伤力很强。例如施用25%二二三乳剂200倍加6%六六六粉300倍液，在施药后14小时检查，大、小蝌蚪死亡率均达100%，单独施用25%二二三乳剂300倍液，施药后36小时，大蝌蚪死亡率达26.56%，小蝌蚪死亡率达73.7%。毒性较小，死亡率低较安全的农药有：90%敌百虫1000倍，50%稻瘟净乳剂500倍，25%亚胺硫磷1000倍液等（表2）。

表2 常用农药对蝌蚪杀伤力的观察

镇东大队，1975年6月22—26日

供试农药及浓度	施药后14小时		施药后27小时		施药后36小时		备注
	小蝌蚪	大蝌蚪	小蝌蚪	大蝌蚪	小蝌蚪	大蝌蚪	
	死亡率 (%)	死亡率 (%)	死亡率 (%)	死亡率 (%)	死亡率 (%)	死亡率 (%)	
90%敌百虫1000倍	0	0	0	0	0	0	
25%亚胺硫磷1000倍	0	0.99	0	0.99	0	0.99	
25%223乳剂300倍	0	7.81	47.37	23.44	73.7	26.56	
50%甲基1605乳剂1500倍	0	0	0	0.9	0	0.9	
50%稻瘟净乳剂500倍	0	0	0	0	0	0	
50%马拉松乳剂1000倍	1.85	1.79	1.85	1.79	1.85	1.79	
80%敌敌畏乳剂1000倍	1.32	0	1.32	0	1.32	0	
25%223乳剂200倍 + 6%666粉300倍	100	100					
6%666粉毒土6斤/亩	100	100					
乙六杀螟粉毒土6斤/亩	100	100					

化学农药对成蛙的毒性也有类似情况，例如每亩施用50%毒杀酚乳剂0.5斤喷雾，黑斑蛙死亡率达75%，泽蛙死亡率达100%。每亩施用25%二二三乳剂0.5斤喷雾，黑斑蛙死亡率达55%，泽蛙死亡率达50%。每亩施用八八九乳剂0.5斤泼浇，黑斑蛙死亡率达55%。此外，一些化学除草剂如五氯酚钠等，也会杀伤蝌蚪和幼蛙。对成蛙比较安全的农药有：50%甲基一六〇五每亩0.2斤，3%甲六杀螟粉每亩2斤，6%六六六粉每亩2斤，90%敌百虫每亩0.25斤，50%稻瘟净0.25斤（表3）。

虽然目前常用的农药对蛙类的卵、蝌蚪、幼蛙、成蛙均有一定的毒性，但如果选用低毒高效农药品种、改革施药治虫技术，可使毒性相对降低，其挽救措施是：

- ①实行“两查两定”药治方法，缩小用药面积，减少用药次数。
- ②按照标准浓度用药，不搞多种农药盲目混合施用。施药时加深田中水层，降低水中浓度。
- ③改进施药工具和施药技术，实行根区深层施药，采用药剂浸秧等办法减少大田用药。
- ④尽量采用优质高效低毒农药，革除高残毒低效的农药品种。

（二）施用某些化肥对蛙类的杀伤及其改革措施

某些化肥如氨水，硫酸氢铵，石灰氮等，还有石灰，对蛙类的卵、蝌蚪、幼蛙均有毒杀作用。每亩用上述肥料20—100斤撒施、面施。经过2—4小时检查，蝌蚪死亡率都在80%以上，同时危及蛙卵和幼蛙。但是改革施肥方法和技术，亦能达到保护的目的。

1.球肥深施 将上述毒性大的化肥，制成球肥，深施入土中，或制成颗粒肥塞兜，可以避免蝌蚪伤亡。将氨水等液肥拌土撒施，用深施器施入水中，也可减少蝌蚪伤亡（表4）。

2.做基肥提前施用 灌水翻耕之前，蛙类尚未迁入产卵，这时做基肥施用，化肥和土壤混合后毒性缓解，可以减少蛙卵和蝌蚪受害。

（三）烤田、搁田、断水造成伤亡及其补救措施

表3 常用农药对成蛙的毒性

1977年

药剂名称	施用方法	24小时死亡率 (%)		48小时死亡率 (%)		72小时死亡率 (%)	
		黑斑蛙	泽蛙	黑斑蛙	泽蛙	黑斑蛙	泽蛙
6%六六六 (2斤/亩)	拌土撒施	0	0	0	0	0	0
	加水8担泼浇	0	0	0	0	0	0
	冲水120斤喷雾	0	0	0	0	0	0
35%二二三 (0.5斤/亩5)	毒土	15	10	15	10	15	10
	泼浇	0	0	25	0	25	0
	喷雾	10	15	55	30	55	50
50%毒杀芬 (0.5斤/亩)	毒土	0	0	0	5	0	5
	泼浇	65	15	75	35	75	35
	喷雾	70	100	75	100	75	100
40%乐果 (0.2斤/亩)	毒土	0	0	0	0	0	0
	泼浇	0	0	5	0	5	0
	喷雾	0	0	0	10	0	10
50%马拉松 (0.2斤/亩)	毒土	0	5	0	5	0	5
	泼浇	20	5	25	5	25	5
	喷雾	5	10	5	40	5	40
亚安硫磷 (0.4斤/亩)	毒土	0	0	0	0	0	0
	泼浇	5	0	10	0	10	5
	喷雾	0	5	5	10	5	10

水稻分蘖期至圆秆期，断水烤田，搁田是为了控制稻苗生长，减轻病虫害损失，但据调查，在稻田中生活的蛙类蝌蚪，断

表4 氨水对蛙类杀伤力试验(死亡率%)

1977年

施肥方式	蛙 别	洒 施	拌土撒施	毛竹筒拖施	球肥深施	对照(不施)
基 肥	黑斑蛙	70	25	0	—	0
	泽 蛙	24	5	17	—	0
追 肥	黑斑蛙	0	0	5	0	0
	泽 蛙	15	5	10	0	0

水烤田20个小时,大蝌蚪死亡率24.5%,小蝌蚪100%死亡。继续断水烤田35小时,大蝌蚪亦100%死亡(表5)。可见断水烤田、搁田是蛙卵、蝌蚪死亡的重要原因之一。如果采取适当保护措施

表5 早稻搁田对蝌蚪的影响

缙云县良种场, 1975年6月1—3日

搁田时间 (小时)	(黑斑蛙)大 蝌 蚪			(泽蛙)小 蝌 蚪		
	1区死亡率 (%)	2区死亡率 (%)	平均死亡率 (%)	1区死亡率 (%)	2区死亡率 (%)	平均死亡率 (%)
4		3	1.5	27	3	15
8	1	3	2	85	76	80.5
12	5	3	4	94	87	90.5
16	5	12	8.5	97	94	95.5
20	21	28	24.5	100	100	100
24	69	83	76			
28	92	96	94			
31	97	100	98.5			
35	100		100			

施，可使蝌蚪继续生存下来。

1. 挖保护坑或保护沟 烤田、搁田前，在稻田四周开挖边沟，田中挖“十”字沟，各条沟中每隔10米左右挖一个略深于沟的凹形“蝌蚪保护坑”，坑深5—7寸，方圆 8×6 寸，搁田时将水缓缓排干，让蝌蚪游入坑中，保持保护坑中有水，蝌蚪在坑中可存活2—3天（表6）。如果继续断水，宜在保护坑里灌入少量的水。此法适于保水性能较好的稻田。

2. 设“保护带”蓄水保护蝌蚪 砂性土排水烤田不易在沟中保持水份，蝌蚪在短期内有死亡的危险。这种田片，宜用人工繁殖的蝌蚪，集中放养在带状的一段稻田中，“保护带”不烤田。四周的田片，烤田后，虽无蝌蚪生存，但依靠“保护带”中繁殖的蝌蚪变成幼蛙时，扩散到周围稻田，此法可增加蛙量一倍以上，每百亩稻田，只需设“保护带”20余亩，省工方便。

3. 分期分片烤田 先烤的田片开保护沟，保护蝌蚪，后烤的田不必开沟，直接把水排至烤过的田中，让蝌蚪随水流自行转移，即可达到一定的保护目的。山区梯田，选择低水位的田片先烤田，排水时在排水口挖一深坑，并加草栅栏，将蝌蚪从坑中集中捞出，移入高水位的田片中，由低到高依次烤田，蝌蚪随着水流自行从上丘转移到下丘已烤过的田中，可以减少伤亡。

（四）春耕期建立“蝌蚪繁殖田”保护蛙卵和蝌蚪

春耕期间翻耕绿肥、栽插早稻时，产卵较早的黑斑蛙等，常因反复耕作，蛙卵和蝌蚪存活率极低，建立“蝌蚪繁殖田”，人工采集蛙卵，繁殖蝌蚪，收效显著。一般一亩繁殖田，可培养蝌蚪100—150万尾，供30—100亩稻田放养。

1. 繁殖田的选择与做法 三月下旬前后，选择水利条件较好，排灌方便的绿肥田或冬闲田，提前翻耕，施用少量有机肥料，保持pH值在6—6.9之间，筑埂作畦，每畦自立门户，畦宽5—6尺，长不限，类似“合适秧田”形式，做好后灌水，并放入少量青苔（水绵），藻类在气温回升到 10°C 左右时，能自然繁

表 6 保护坑对蝌蚪的作用

缙云县良种场, 1975年6月7—12日

搁田时间 (小时)	保护坑放养大蝌蚪			保护坑放养小蝌蚪			备 注
	1区存活率 (%)	2区存活率 (%)	平均存活率 (%)	1区存活率 (%)	2区存活率 (%)	平均存活率 (%)	
12	100	100	100	100	100	100	保护坑有水
24	100	100	100	100	100	100	
37	100	100	100	1.0	20	10.5	放养小蝌蚪保护坑断水
48	100	100	100	1.0	20	10.5	
60	100	100	100	1.0	18	9.5	夜雨、有水
72	35	100	100	1.0	18	9.5	保护坑逐步断水
84	35	10.0	22.5	1.0	18	9.5	
96	35	10.0	22.5	1.0	18	9.5	
108	35	10.0	22.5	1.0	18	9.5	
120	35	10.0	22.5	1.0	18	9.5	
132	0	0	0	0	0	0	全部水干

殖，为蝌蚪提供食料。注意防止施用过多的有机质肥料，腐烂发酵时产生有毒物质，影响蛙卵孵化，常有污水流经的屋边田亦不宜选用。如果当地有席草、茭白等经济作物田，只要阳光通透水层合适，也可代用。一般繁殖田捞出蝌蚪后，仍可栽培早稻。

2. 人工采卵繁殖 春季当气温回升到平均 $15-18^{\circ}\text{C}$ 左右时，黑斑蛙常聚集在适于产卵的水域鸣叫求偶，开始产卵繁殖，故其卵块在田间分布很不均匀，人工采卵的方法是夜间侦察黑斑蛙鸣叫场所，翌日早晨携带铅桶或旧木桶前往该田附近采卵。一般夜间新产的卵群悬浮于田水中，每群卵呈球状，由1000—3000粒外裹胶膜的卵粒组成，卵群在一丘田中常集中于田水略深的坑洼中，黑斑蛙最喜在翻耕之后已经耙平，水层尚未澄清的田中产卵，有时也在刚插秧尚未发棵的稻田中产卵，偶有在浅水池沼中产卵。一个熟练的采卵人员，一天可采集卵群一百多斤，但由于黑斑蛙产卵盛期极短，采卵季节一般在清明至谷雨前后，宜适当提早采卵，有利繁殖。此法亦适于繁殖泽蛙、林蛙、蟾蜍等，但不同蛙类卵的形态各异，产卵场所、产卵季节也不相同，必须注意鉴别。

采到蛙卵后，不要在桶中搁置挤压太久，以免缺氧死亡，最好在2—4小时之内，移放入蝌蚪繁殖田中，放置蛙卵时，要注意蛙卵的上、下两极，动物极朝上（一般棕黑色）植物极朝下（一般乳白色），新产的卵动、植物两极会自动调转，上、下倒置时，会影响孵化率。更不能使卵粒重叠太厚，以免缺氧死亡，大群的卵，宜用手分散卵粒，使其平铺水中，一般一平方米放卵一群，约3000粒左右。

3. 繁殖田管理 在四月份正常气温下，黑斑蛙的卵，经3天左右，即孵化成蝌蚪，初孵的蝌蚪消化器官尚未发育完整，不会取食，约经一个星期左右，蝌蚪逐步开始吞食青苔，以植物性的饲料为主，如果藻类饲料不足，适当投喂一些鲜牛粪等，亦可促进生长。蝌蚪繁殖田需要专人负责管理，严禁鸡鸭入田啄食。晴

天要适当补充饲料和保持2—3寸深的清洁水层，大雨刮风天，要做好排水工作，进出水口要设尼龙窗纱的栅栏，也可用麦秆编成，防止蝌蚪随大水逃逸，还要防止灌溉有毒的水，（春季绿肥腐烂时的田水常含有毒物质），二十天左右，蝌蚪长大，对藻类食料的需求增加，要及时补充，以免饥饿引起发育不良。繁殖田如果蝌蚪密度过高，每亩超过一百万尾以上时，要提前分养到大田中去，一般在繁殖田中饲养3—4个星期，就需分养，否则，会造成弱者被淘汰的现象。

4.大田放养 在早稻尚未发棵之前，田间阳光通透，适合于藻类生长，有利蝌蚪生存发育，因此，绿肥田早稻第一次追肥、耘田后，要抓紧时间把繁殖田中的蝌蚪及时放养出去。

蝌蚪捕捉方法：捕捉蝌蚪用“鱼凹”法。“鱼凹”的制法是，长1尺，宽8寸，四周木框高1.5寸，底部用尼龙纱窗布钉于木框上即成，捕捉蝌蚪时，事先在繁殖田上游灌水，设置“鱼凹”在繁殖田排水口，打开排水口后，蝌蚪随水流渐渐落入“鱼凹”内，收集“鱼凹”中的蝌蚪，装入桶中，移到大田放养，这种方法设备简单，不损伤蝌蚪，捕捉速度快，效果好。

设置“保护带”规划放养田片：大田放养蝌蚪，如果采取平均每亩放养数千尾，这叫“分散放养”，它的优点是放养面大，饲料充足，但大田保护困难，易受搁田、烤田、施用化肥、农药杀伤。采取“保护带”放养的方法，即在连片的大畈水田中，规划确定一条带状的田片，约占20%的面积为放养蝌蚪的“保护带”，四周田片，不予放养，在“保护带”中每亩重点放养蝌蚪一万尾以上，这样集中放养加上重点保护，可使“保护带”中的蝌蚪免受烤田、化肥、农药的杀伤，培养出比普通大田高数倍的幼蛙，幼蛙登陆之后，陆续自然扩散到四周非“保护带”大田中，亦可利用席草、茭白、荸荠、芋艿、水芹菜等灌水的经济作物田片，做蛙类的繁殖基地和“保护带”。天然池沼，积水沟渠也可供利用。

(五) 冬眠期蛙类保护法

蛙类是变温动物，体温随着气温而变化，秋末冬初低温来临时，蛙类会本能地迁往冬眠场所，暂不摄食，潜伏在土中或水下冬眠。各种蛙类，冬眠时间与场所亦不相同，由于冬季低温等不利条件，常使黑斑蛙和泽蛙的自然越冬死亡率高达70—80%左右。如果在冬眠前人为选择适合蛙类越冬的场所，进行人工保温，可使越冬死亡率显著降低，增加春季田间的蛙量，有利繁殖后代。具体方法是秋末冬初，当旬平均气温降到15℃以下，蛙类冬眠前数天，捕集幼蛙，选择向阳温暖湿润的田、地，锄松土层6—7寸深，四周围以薄膜，每平方米投放泽蛙300—500只（黑斑蛙减半），3—5天后，待其入土冬眠，土面再覆盖3—4寸厚的软柴草或稻草，旱冬年分，要适当浇水保持湿润，直到次年3月份，蛙类苏醒出土活动时，移入大田繁殖。

二、蛙类对水稻害虫的控制效果

蛙类在农田中捕食昆虫，一般只吃活虫，不吃死虫。泽蛙、黑斑蛙、金线蛙等昼夜均捕食。沼蛙、虎纹蛙、雨蛙、姬蛙及蟾蜍等，日间隐居在洞穴草丛中，夜间外出捕食。据观察，黑斑蛙与泽蛙的食虫量以傍晚至午夜最多（表7）。其捕食各类昆虫所占百分率是：水稻害虫占26.82%，其他昆虫占71.82%，水稻益虫占2.23%（表8）。胃中各类水稻害虫所占百分率是：稻飞虱占63.44%，黑尾叶蝉占25.48%，稻纵卷叶螟占4.15%，稻苞虫占1.94%，螟虫占1.11%，其他害虫占3.88%（表9）。利用农田中的蛙类控制连作早稻、连作晚稻、单季中、晚稻的害虫，均有一定的效果，特别是六十年代以来猖獗为害的黑尾叶蝉与稻飞虱，防治效果最佳，其次对稻纵卷叶螟、稻苞虫、螟虫等亦有一定效果，但对连作晚稻后期褐飞虱第五、六代虫，因气温下降、蛙类接近冬眠期，效果不佳。早稻前期害虫稻蓟马，虫体小，蛙

表7 蛙类捕虫时间与捕虫量观察

缙云县镇东大队, 1975年9月30日

田间捕集 解剖时间 (时、分)	黑 斑 蛙		泽 蛙		平 均	
	平均胃中虫 量(只)	占全日食虫 量 %	平均胃中虫 量(只)	占全日食虫 量 %	胃中虫量 (只)	占全日食虫 量 %
3,30	3.33	6.08	4.75	6.03	3.57	5.31
7,10	3.00	6.02	4.33	5.49	4.14	6.15
9,30	5.00	10.03	3.00	3.81	3.40	5.05
12,40	2.00	24.08	10.00	12.68	11.60	17.23
14,30	—	0	4.14	5.25	4.14	6.15
15,30	2.00	4.01	2.50	3.17	2.43	3.61
18,10	6.00	12.04	11.00	13.95	8.50	12.62
19,40	7.67	15.39	7.67	9.73	7.67	11.39
21,20	5.50	11.04	20.25	25.85	12.88	19.13
23,10	5.33	10.70	11.20	14.21	9.00	13.38
全日合计	49.83	100	78.84	100	67.33	100

类也很少捕食。据一九七六至一九七九年的调查试验, 养蛙区与化学农药防治区对比, 黑尾叶蝉减少35.7—44.4% (表10), 褐飞虱减少56.9% (表11), 白背飞虱减少53.0% (表12), 稻纵卷叶螟减少51.8% (表13)。由于蛙类捕食传毒昆虫黑尾叶蝉等, 使普通矮缩病与黄矮病分别减少60%、40% (表14)。由此可见, 农田中的蛙类能捕食多种害虫, 减轻农作物受病虫害的损失, 同时减少了化学农药的防治面积, 降低了生产成本, 也减少了农药对环境的污染, 有利于人民健康。因此, 我们必须大力提倡保护青蛙, 繁殖青蛙, 为发展农业生产, 保持农业生态平衡, 作出更大的贡献。

表8 蛙 胃 解 剖

1975年5—10月

解剖月份 (月)	解剖蛙数 (只)	解 剖 结 果						
		总虫数 (只)	水稻害虫(只)		其他昆虫(只)		水稻益虫(只)	
			数量	占总虫%	数量	占总虫%	数量	占总虫%
5	37	32	5	15.69	27	84.37	0	—
6	61	187	21	11.23	159	85	7	3.74
7	96	447	226	50.56	203	45.41	18	4.03
8	45	284	28	9.86	252	88.73	4	1.41
9	157	323	26	8.05	297	91.95	0	—
10	14	118	55	46.61	61	51.69	2	1.69
5—10月合计	410	1391	361	26.82	999	71.82	31	2.23

表9 蛙胃中各种水稻害虫情况

解剖时间	稻飞虱		稻叶蝉		稻纵卷叶虫		稻苞虫		螟 虫		其 他 虫	
	虫数 (只)	占%	虫数 (只)	占%	虫数 (只)	占%	虫数 (只)	占%	虫数 (只)	占%	虫数 (只)	占%
5—10月	229	63.44	92	25.48	15	4.15	7	1.94	4	1.11	14	3.88

表10 稻田保护青蛙对黑尾叶蝉的防治效果。

稻作	年份	保护区(只/亩)	化防区(只/亩)	比化防区减少%
早稻	1976	98,100	113,200	13.3
	1977	68,000	161,000	57.8
	1978	42,125	61,913	32.0
	1979	62,833	85,233	26.3
	平均	67,764	105,337	35.7
晚稻	1976	21,700	32,300	32.8
	1977	10,000	23,000	56.5
	1978	45,200	84,900	46.8
	1979	5,360	7,817	31.2
	平均	20,570	37,000	44.4

表11 稻田保护青蛙对褐飞虱的防治效果

年份	保护区(只/亩)	化防区(只/亩)	比化防区减少%
1976	17,600	61,000	71.1
1977	228,800	639,000	64.2
1978	54,689	101,723	46.2
1979	72,031	155,800	53.8
平均	103,100	239,380	56.9

表12 稻田保护青蛙对白背飞虱的防治效果

稻 作	年 份	保护区(只/亩)	化防区(只/亩)	比化防区减少%
早 稻	1977	62,000	74,000	16.2
	1978	16,360	36,000	54.6
晚 稻	1977	40,600	142,000	71.4
	1978	400	2,000	80.0
总 平 均		29,840	63,500	53.0

表13 稻田保护青蛙对稻纵卷叶螟的防治效果

代 别	年 份	养蛙区百丛虫 苞(幼虫)数	化防区百丛虫苞 (幼虫)数	比化防区减少 %
第 二 代	1976	18.0	44.0	59.1
	1977	14.3	23.8	39.9
	1978	1.0	10.0	90.0
	1979	10.3	19.3	46.6
	平均	10.9	24.3	55.0
第 三 代	1977	29.1	47.2	37.9
	1978	10.4	16.0	35.0
	1979	13.0	30.0	54.7
	平均	17.5	31.1	43.7
第 四 代	1977	4.0	7.5	46.7
	1978	4.0	11.0	63.6
	1979	3.0	13.0	76.9
	平均	3.7	10.5	64.8
总 平 均		10.7	22.2	51.8

表14 稻田保护青蛙对晚稻矮缩病的效果

1976

防治方式	普通矮缩病		黄矮病	
	株病率(%)	防治效果(%)	株病率(%)	防治效果(%)
养蛙区	0.5	60.0	0.21	40.0
化防区	1.25		0.35	

科学使用农药，协调天敌 的保护与利用

浙江省农业厅 张佐生

农药防治是病虫“综合防治”的重要手段，是应急控制病虫为害的有效措施。但是农药在防治病虫的同时，也杀伤了大量的自然天敌，削弱了天敌对害虫的自然控制作用。因此，不断提高科学用药水平，使药剂防治和天敌利用逐步地协调起来，显得十分必要。稻田生态中有丰富的天敌资源。据我省近年普查统计，已发现寄生性昆虫102种，蜘蛛143种，青蛙18种以及多种捕食性昆虫，总计达330多种。不少优势种天敌对害虫有明显的控制作用，特别是卵期寄生性天敌，把害虫消灭在发生前。例如褐腰赤眼蜂寄生黑尾叶蝉卵粒，寄生率达55.4—58.4%（温州地区农科所，1975），稻螟赤眼蜂和拟澳洲赤眼蜂寄生稻纵卷叶螟卵第三、四代卵寄生率达40—50%（44.4—53.4%遂昌、安吉，1976；43.31—56.97%吴兴，1975—1979）。稻纵卷叶螟绒茧蜂寄生稻纵卷叶螟第三、四代幼虫，寄生率达50%左右（47.24—58.17%吴兴，1975—1979）；蜘蛛、青蛙能捕食多种水稻害虫，尤其蜘蛛对叶蝉、稻虱有比较好的控制作用。然而农药不合理的使用，削弱了这种控制作用。如果能够科学用药，则可充分发挥天敌对害虫的控制作用。因此，协调两者关系，具有十分重要的意义。近年综合防治点，采取以农业防治为基础，以科学用药为重点，积极保护和利用自然天敌的综合防治措施，尽管协调还是初步的，但已收到显著效果。提高了天敌对害虫的控制作用，节省了农药，减轻了农产品的残毒量和农药对环境的污染；农药费用也大为下降；一九七九年综合防治点平均每亩农药费用一般在2.5

元左右，每千斤稻谷农药费用2元左右，比全省平均用药水平降低40%左右。台州地区一九七九年有400多个大队通过“合作制”的形式（贯彻以科学用药和天敌保护为主要内容的综合防治，简称为“合作防治”），有效地控制住了病虫害的为害，且成本显著下降。据173个大队9.5万亩面积典型调查，平均亩产1,490斤，每千斤稻谷成本在2.39元，比全省一般每千斤稻谷成本3.5元左右减少46.4%。

农药防治和天敌保护的协调，主要途径有：

一、控制用药面积，扩大天敌保护面

尽可能缩小用药面积，才能扩大自然天敌保护面。当前“两查两定”是协调药剂防治和保护天敌的重要措施，通过“查定”可大大压缩用药面，使虫量在防治指标以下而避免用药的稻田成为天敌生存的繁殖基地，药治稻田天敌的下降，也可较快地从未施药稻田得到补充。“两查两定”：一查害虫有效发生量，按照防治指标，定防治类型田；二查害虫、天敌发生期，按照“多灭害，多护益”的要求，定防治适期。“两查两定”的基本根据是：病虫害分布的不平衡和各类型田的病虫害发生期有迟早。因此，需要区别对待，根据分布不平衡则需要按防治指标来查定对象田；根据发生期有迟早和不同时期施药的抑制效果，则需要按力争最大总体防治效果来查定适期。根据综合防治病虫害为害的要求，不是消灭害虫而是控制害虫不造成严重的为害，即把病虫害的为害损失压低到经济容许水平以下即已达到目的。这个标准现在没有统一规定，需通过试验来制定。当前试用把主要病虫害主要代次的为害损失分别压低到1%以下，作为经济容许水平的标准，是否恰当，有待通过实践来检验。通常一种作物有常发性病虫害数种，如水稻主要病虫害有螟虫、稻纵卷叶螟、褐稻虱、稻纹枯病、稻瘟病等，按1%以下的要求，把损失控制在4—5%以下即已

达到目的。防治要有允许的虫量指标是因为：一是保留不足造成严重为害的害虫，有利于天敌的生存繁殖，有利维持生态平衡；二是作物有一定的补偿能力，轻微为害，往往对产量没有多大影响，特别是水稻分蘖期一些苗被害，而另外一些分蘖可以补偿；三是经济效益考虑，防治的收益应是所化工本的几倍以至几十倍。

防治指标一般分经济防治级和策略防治级。经济防治是以经济效益来衡量的，根据虫量与损失的关系制订受害允许虫量或病情，如经济容许水平的损失为1%，则造成损失1%虫量密度为防治指标，例如为害大、小麦的粘虫，一般三龄幼虫高峰期每亩有虫6000条，造成损失在1%左右，则就以此虫量作防治指标。策略防治级是以控制发展虫量或病情为目标，其虫量对当时或当季作物影响不大，但发展到下一代或下一季会造成严重为害，提前防治较为主动，以免到下一代连续用药防治，不仅对天敌杀伤大，而且已造成损失。如褐稻虱的第四代挑治的虫量指标是平均每丛1只，从当代看不会对水稻产量有多大影响，但根据4—5代常年增加40倍左右或更多，至第五代防治一次还难以控制其为害。因此，四代就需要按照策略防治指标进行策略性的药剂防治。

协调天敌保护利用，尚须制订天敌利用指标，害虫造成受害损失的大小，决定于其暴食期前的有效虫量，因此，在计算虫量中，要除去天敌所能抑制的无效虫量，这不仅要注意天敌已经发生的作用，而且还要考虑天敌继续和将要发生的抑制作用。对寄生性天敌，主要是查已经发生的寄生抑制比例，在有效虫量的防治指标基础上，增加寄生比例的虫量作为防治指标，例如水稻穗期稻纵卷叶螟的防治指标是二龄幼虫盛期每百丛稻有虫15条，而如调查二龄幼虫寄生率在50%左右，即天敌利用指标可提高至每百丛30条，但实际调查二龄幼虫盛期时，即使已寄生的幼虫尚未表现寄生症状，仍然是活虫，需要积累当地历年天敌作用资料和研究寄生初期的鉴定手段，对于捕食性天敌，主要是看持续发生的抑制作用，计算“益害比”作为天敌的利用指标。例如，

蜘蛛等捕食性天敌，对稻虱、叶蝉有较大的控制作用，据台州地区稻田蜘蛛利用协作组调查，在蚧虫（稻虱和叶蝉的通称）孵化高峰期，蜘蛛和蚧虫比在 1 : 5，甚至达到 1 : 7—9，狼蛛占 25% 以上，蚧虫即能达到控制。

二、控制用药次数，降低对天敌的杀伤频率

以尽可能少的用药次数，控制一季水稻病虫为害，可大大减少对天敌的杀伤。金华县病虫测报站一九七五年 7 月 20 日调查，黑尾叶蝉卵寄生率，施药一次的寄生率为 57.1%，施药三次的寄生率仅 10.7%，施药一次的比施药三次的寄生率高 4.3 倍。黄岩县病虫观测站一九七八年调查第四代稻纵卷叶螟幼虫寄生率，施药一次的寄生率（24.6%）比连续二次的寄生率（5.2%）高 3.7 倍。近年来的实践证明，讲究药治策略，探索一季作物病虫的综合药治，提高每次药治效果，均可减少用药次数而多保护天敌。第一，在药治策略上，要有效地控制关键的世代，从一年或一季作物出发，全面考虑各代的用药。例如在双季连作稻地区，二化螟的第一代是发生为害严重的一代，第一代重又会带来第二代严重，第二代防治又比第一代困难，应采取“狠治一代，挑治二代”的策略，治好一代，可缩小第二代的防治面积和减少防治次数。又如褐稻虱在双季稻地区发生特点是“四代不多，五代暴发，六代也常严重”，以五代受害最重，损失最大，四代的基数又关系到五代的发生量，策略是“挑治四代争主动，治五控六保丰收”，防治五代是重点。在大发生年挑治第四代可以争取五代防治上的主动权。但四代的防治，应严格按照防治指标挑治。近年各地调查表明，8 月下旬后正是晚稻田天敌恢复期。据三门县病虫测报站调查，8 月底到 9 月中旬是拟水狼蛛幼蛛上升期，其幼蛛抗药力弱，此期用药，明显影响天敌，从而会降低对稻虱的控制作用；又据加兴新丰病虫观测站调查，褐稻虱第四代到第五代的增

长比例，第四代用药稻田反比不用药的稻田增长倍数。因此，切不可片面为“治四压五”而不按防治指标，扩大四代的防治面，这对一般年份，第四代虫量仅仅接近防治指标的稻田，反而会造成大量杀伤天敌而削弱天敌对害虫的控制作用；又如吴兴县农科所在南山大队调查，8月下旬没有用药的连作晚稻田，蜘蛛持续上升，到10月2日每亩蛛量达17.2万只，比用药田每亩蛛量4.7万只高2.7倍，而褐稻虱第四代到第五代的增长倍数，反是用药田比不用药田为高。因此，在虫量没有超过防治指标时，特别是一般发生年，切不可用药，以利于天敌发挥作用。第二，兼顾全季作物病虫，综合药治。根据当地一季作物的常发病虫，全面考虑用药次数，主攻主要病虫，兼顾次要病虫，以尽可能少的次数，控制一季作物的病虫；例如嘉兴地区农科所，根据早稻主要害虫，在应用呋喃丹（3%颗粒剂5斤）防治螟虫、叶蝉、稻虱的同时，为兼顾稻纵卷叶螟，加入杀虫脒（25%水剂4两），进行根区用药，取得一次用药解决一季早稻害虫防治问题，且稻田天敌处于优势。第三，注意药剂的兼治。例如用50%的甲胺磷4,000倍，防治稻纵卷叶螟兼治黑尾叶蝉效果均在90%以上；又如防治第四代稻纵卷叶螟兼治褐稻虱，可用呋喃丹、甲胺磷，或甲（乙）六粉加稻瘟净。此外，确保每次药剂的防治质量，例如，做到药剂品种对头，严格地按照配药、施药的操作要求：即“量杯针筒量准药，掌握浓度配匀药，上部病虫宜喷雾，下部病虫细雨淋，足水匀施做周到，保持浅水增药效”，就一定能提高防治效果，避免补治，而减少不必要的施药次数。此外，注意害虫比较集中的秧田期施药发挥治小田保大田的作用。

三、选择对口的农药品种， 提高保护天敌的效果

选择对天敌影响小，而对害虫杀伤力大的农药品种，能提高

“灭害护益”的效果。第一控制有机氯的使用。有机氯农药一般对蜘蛛、青蛙等天敌杀伤力大，如三门县农业局试验杀螟粉每亩2—2.5斤加水泼浇，蜘蛛减少64.4—91.42%（1979），嘉兴地区农科所试验，乙氯粉2000倍，草间小黑蛛死亡率达70%（1979）；缙云新建农技站试验，二二三、八八九、毒杀芬对蛙类毒性极大，成蛙死亡率达55—100%（1979）。因此，有机氯农药应和对天敌影响小的农药配合使用，避免或尽可能减少有机氯农药的使用面积。绝对不要全面使用有机氯，以防对天敌打击过大，而难以尽快恢复。第二选择对防治害虫效果好而对天敌影响小的农药品种。例如，为保护寄生黑尾叶蝉卵的褐腰赤眼蜂，应用50%甲胺磷5000倍对黑尾叶蝉防治效果90%以上，而对褐腰赤眼蜂影响较小。温州地区农科所试验，甲胺磷每亩1.5两加水泼浇，褐腰赤眼蜂羽化率仍达51.7%（1977），乐果、敌百虫、稻瘟净影响也小；而一六〇五乳剂2两冲水泼浇，杀伤力极大，褐腰赤眼蜂的羽化率仅29.9%，应避免使用。为保护稻虱缨小蜂，呋喃丹虽对稻虱有特效，但对缨小蜂杀伤有一定影响（杀伤率63.2%，温州地区农科所，1979）最好不用或少用；应选用40%乐果800倍、80%敌敌畏1000倍、90%敌百虫660倍、12.5%速灭威800倍等对稻虱缨小蜂影响较小（杀伤率分别为17.2%、11.4%、7.7%、10.6%，温州地区农科所，1979）。防治黑尾叶蝉保护蜘蛛，选用速灭威、甲胺磷等在一定浓度下都比较好。据三门县农业局试验，每亩用12.5%速灭威5两加水喷雨或泼浇，防治效果90%左右，而对蜘蛛杀伤仅24%，对食虫瘤胸蛛、驼背额角蛛等二种微蛛影响更小。为防治稻虱保护蜘蛛每亩用12.5%速灭威5两、每亩用80%敌敌畏3两或10%叶蝉散粉剂6两，对稻虱防治效果90%左右，而对蜘蛛杀伤率仅为14.3—34.8%。据缙云县农业局试验，有机氯如二二三、八八九、毒杀芬对青蛙毒性最大，应严格控制使用。马拉松、乐果、敌敌畏次之，成蛙死亡率在25—45%最好不用或少用，而敌百虫、杀虫脒等对青蛙毒性较小，杀伤率在15%以下，

可以使用。

四、选择恰当浓度（药量），

减少对天敌的杀伤

现有常用农药采用有效低浓度（有效低药量），可以减少对天敌的杀伤。有效低浓度（药量）是按照有效、经济、安全的要求，达到防治效果90%左右的最低浓度（或药量），这样，不仅省药、省成本，而且人畜、作物、天敌均较安全。近年来我省使用有效低浓度农药表明，一般比常用药量节省农药50%，有的达80%，天敌影响也小。例如吴兴县农科所和东升大队试验：50%甲胺磷半两3000倍喷雾比1两1500倍喷雾，黑尾叶蝉卵寄生率高38.61%，蜘蛛死亡率降低31.17%；35%二二三乳剂每亩一两半1000倍喷雾比每亩3两500倍喷雾，黑尾叶蝉卵寄生率提高75.86%，蜘蛛死亡率降低21.21%。又如50%甲胺磷5000倍，防治黑尾叶蝉和稻纵卷叶螟已达到目的，而对蜘蛛影响也小。据三门县农业局一九七九年试验：甲胺磷5000倍对拟水狼蛛杀伤仅5%，而2000倍对蜘蛛杀伤率达65%；25%杀虫脍水剂1500倍对蜘蛛杀伤率为15.79%，而500倍的杀伤高达42.11%。嘉兴地区农科所和加善病虫观测站测定，对拟环狼蛛的安全浓度：敌百虫、杀螟松、杀虫脍、稻瘟净等1000倍以上，乐果1500倍以上，稻脚青2000倍以上。高浓度的稻脚青，对蜘蛛杀伤率极大，所以使用稻脚青时必须严格控制浓度，这不仅对天敌有影响，2000倍以下还极易造成水稻药害。总之，有效低浓度药量，既达了农药较好的直接杀伤效果，又能起保护和发挥天敌的抑制作用的效果，可以获得持久抑制的间接效果，是科学用药的一个重要途径。

五、正确选择施药适期，避免 天敌对农药的敏感期

从生态角度正确选择施药适期，把害虫的杀伤和对天敌的影响结合起来考虑，做到尽可能提高农药对害虫的直接杀伤，而避开天敌对农药的敏感期，力求取得最大的总体防治效果。例如稻纵卷叶螟一般在二龄幼虫高峰期用药，但此时往往是卵寄生蜂羽化期，影响较大，同时二龄幼虫是寄生天敌的关键时期，稻纵卷叶螟的绒茧蜂、扁股小蜂等对控制暴食前虫量有显著作用，据吴兴县农科所调查，二龄幼虫期被寄生的占全幼虫期寄生率54.41%，而二龄被寄生，到三龄末才表现寄生症状。因此，如果在稻纵卷叶螟幼虫二龄高峰期，据调查，超过防治标准不多的稻田，可继续观察，到三龄如果虫量仍然超过防治指标时（穗期每百丛稻15条）则需用对高龄幼虫杀伤大的农药进行防治。又如对褐腰赤眼蜂应避免在羽化高峰期用药，一般可在蛹前期用药较为安全。根据温州地区农科所试验，在幼虫及前蛹期用50%马拉松或40%乐果（2000倍）、25%亚胺硫磷（1000倍）、50%稻瘟净（500倍），对褐腰赤眼蜂影响不大，蜂的羽化率为86.5—91.1%。但迟至近羽化喷药，同样浓度蜂的羽化率明显降低，如马拉松使寄生蜂的羽化率由蛹前期的91.1%降到25.9%，亚胺硫磷使寄生蜂的羽化率由88.9%降到10.2%，稻瘟净使寄生蜂的羽化率由86.5%降到55.3%（表1）。

稻虱缨小蜂的羽化高峰比褐稻虱、白背稻虱卵孵高峰期迟3—11天，避过羽化高峰的敏感期用药，即在羽化始盛前用药比羽化高峰期用药的有利于保护稻虱缨小蜂，稻虱卵寄生率高13—48.9%。

表1 常用农药对褐腰赤眼蜂不同发育期生活力影响

温州地区农科所, 1973

农药名称及浓度	不同施药期成蜂羽化率(%)		“寄生卵”前期比“寄生卵”后期用药的成蜂羽化率(+%)
	“寄生卵”前期	“寄生卵”后期	
50%马拉松2000倍	91.1	25.9	+71.6
40%乐果2000倍	98.6	75.2	+23.7
25%亚胺硫磷1000倍	88.9	10.2	+88.5
50%乙基一六〇五2000倍	2.2	0.7	+68.2
50%稻瘟净500倍	86.5	55.3	+36.1

六、选择施药方法, 兼顾“灭害护益”

运用恰当的施药方法, 能取得最大的总体防治效果, 既要多杀死害虫, 又要多保护天敌并发挥其作用。稻株上部病虫以喷雾为好, 能使更多药液均匀分布在稻株上部; 封行以后的下部病虫则以喷粗雾、泼浇、毒土为好, 使大部农药能送到稻株下部; 对保护蜘蛛, 毒土优于泼浇, 泼浇又优于喷雨。对于防治稻株上部害虫时, 则喷雾比泼浇对天敌影响小。对保护稻虱缨小蜂, 毒土、喷雾法一般比泼浇法对寄生卵影响小, 对成蜂, 则以毒土为安全, 其次为泼浇。喷雾法雾点弥漫于空间, 对成蜂影响较大。据温州地区农科所试验, 12.5%速灭威0.5斤泼浇, 褐稻虱卵寄生率在47.7%, 比喷雾的稻虱卵寄生率(42%)高13.6%。点施农药也有利保护天敌, 例如防治二化螟打枯鞘团, 每亩30—40个枯鞘团, 仅占需用药面积的5—6%, 这样能达到“集中用药, 提高防治效果, 压低基数, 保护天敌”的作用。

近年各地进行稻田深层施药(亦称根区用药)试验, 取得很

好效果。深层施药具有不受雨水影响，减少施药次数，有利保护天敌，减少环境污染等优点。用杀虫范围广的内吸杀虫剂深施一次，药效长达1—2个月，可控制水稻前期或后期，甚至一季的主要害虫，效果相当常规用药3—4次。深层施药由于通过稻株根部吸收运送至各部组织起杀虫作用，比喷洒或撒施等，可大大减少农药和天敌的接触机会，有利保护天敌并发挥天敌的持久抑制作用。据试验深层施药的稻田蜘蛛与稻虱、叶蝉之比，蜘蛛一直处于优势地位，害虫寄生率也较常规用药田高。例如嘉兴地区农科所试验，呋喃丹深施的连作晚稻田，8月3日施药后80余天内10次调查平均蜘蛛与蛔虫（稻虱、叶蝉）比为1:0.6，比对照1:3.4，蜘蛛的实力高5.7倍；吴兴县农科所和东升大队科技组试验，呋喃丹、巴丹、杀虫脒等药液深施对稻纵卷叶螟防治效果达89.4—100%，深施后一个月调查稻纵卷叶螟幼虫被寄生率在42—52%，较常规用药区高24.31—45.03%。稻田深层施药的方法有固体深施、液体深施两种。固体深施是以“坭药丸”塞施：将农药和细土充分混合，加水适量，做成小坭丸，现做现用，按插秧密度，四丛一丸或二丛一丸，塞入土层中，深1—1.5寸。有的还可与肥料配制成“球药肥”，一起深施。液体深施是将农药加一定水量，配成药液，用注入式氨水深施器，按插秧密度，密的隔行，稀的每行，将药液注入深1.5—2寸的土层中，施药前排干田水，施药后半天灌水，保持浅水层，防止流失。稻田深层施药应选择药效长、杀虫种类多的内吸性农药。各地试验表明，当前效果好的有呋喃丹、巴丹、杀虫脒等，也有以杀虫脒混乐果或稻瘟净。3%呋喃丹颗粒剂每亩6斤，在插秧后以坭丸塞施，对蓟马、螟虫、黑尾叶蝉、稻虱，药效长达一个月以上。对稻虱有特效，8月中、下旬深层施药一次，能控制整个晚稻后期，即褐稻虱的四、五、六代的发生为害，相当于常规用药3次左右，大大减少了对天敌的杀伤。丽水县农科所在8月12日以坭丸塞施3%呋喃丹颗粒剂5斤，到10月11日药效仍达85.9%，药效长达

60天。95%巴丹可溶性粉剂每亩2两，以坭丸深施对稻蓟马、稻纵卷叶螟、螟虫、黑尾叶蝉药效长达一个月以上。据嘉善县病虫观测站试验，深施后40天，对黑尾叶蝉效果仍达96.2%；省农科院植保所试验，深施后30天，稻纵卷叶螟虫口减少率在88.4—90.7%。25%杀虫脍水剂每亩5两，以坭丸深施，防治稻蓟马、稻纵卷叶螟、螟虫效果也很好。此外，秧田用3%呋喃丹颗粒剂5斤拌沙或细土，撒施秧板，然后播种塌谷，连同农药一起塌入浅土层内，对稻蓟马、黑尾叶蝉药效长达一个月，基本能控制秧田期害虫的为害，同时还能预防秧田雀害和提高秧苗素质。深层施药虽然取得了较好的成效，但有不少问题须在不断实践中改进和提高。

上述情况说明，从生态系的观点考虑科学用药，尽管还是初步的，但是取得了显著成效。因此，进一步摸清天敌的优势种的消长，及其控制能力，制订害虫的防治指标，探索协调途径。一定可以不断提高农药防治、天敌保护利用、农业防治等措施协调水平，逐步通过维持生态平衡来控制害虫不造成严重的为害。

益虫益螨的人工繁殖与释放

应用赤眼蜂防治玉米螟

北京市植物保护站 张燕力 索宗芬 李国强

玉米是北京市的主要粮食作物，每年的种植面积都在三百万亩左右。玉米螟是玉米的主要害虫之一，每年发生二至三代。一代主要危害春播玉米；二、三代主要危害套播玉米与夏播玉米，以一、二代危害最大，每年全市可因此虫减产玉米一亿斤左右，是重点防治的对象。六十年代耕作改制以前主要是春播玉米，采用心叶末期撒颗粒剂防治一代玉米螟，效果亦好。六十年代末期以后，大面积栽培套播玉米，以二代玉米螟为害最大，螟卵高峰期落在抽雄期，而且正值雨季，再推行颗粒剂防治非常困难，难以大面积推广。因此我们从1974年开始试验应用赤眼蜂防治二代玉米螟，至今已有七年的历史，由于治虫效果好，成本低，应用简便，防治工效高，很受农民欢迎，发展很快，1974年只试验几十亩，到1977年为12.8万亩，1978年112万亩，1979年115万亩，1980年90万亩，有力地推动了二代玉米螟的防治工作。经几年的努力，本市顺义、密云、通县三个县建立具有一定规模的赤眼蜂厂，装备比较齐全，用工最多的暖茧抓蛾、挤卵、洗卵、风干卵过程已实现了机械化或半机械化，改进了繁蜂工艺，大大提高了生产效率，三厂日繁蜂量共计可达三亿头，年生产能力可达二百多亿头蜂。为大面积应用赤眼蜂防治玉米螟提供了物质保证。

一、赤眼蜂的繁殖技术

(一) 蜂种的来源

1. 蜂种的采集 七年来, 我市人工大量繁殖赤眼蜂的蜂种主要是松毛虫赤眼蜂 (*Trichogramma dendrolimi*)。也有少量的玉米螟赤眼蜂 (*Trichogramma ostriniae*), 其应用面积累计约有 2 万多亩。一九七八年以前所需蜂种大部分从外地引进, 一九七八年以后我们本着“在哪一种害虫卵上采得的赤眼蜂, 应用于哪一种害虫”的原则, 每年放蜂结束后 (7 月底 8 月初) 结合田间防治效果的调查, 大量采集被赤眼蜂所寄生的玉米螟卵块, 放于玻璃管或瓶内, 封严瓶口, 在室内给予适宜温湿度条件保存待用。

2. 蜂种的分离筛选 因在人工放蜂有效日期内所采集的寄生玉米螟卵块是被几种赤眼蜂寄生的混合蜂种 (表 1), 故在蜂种

表 1. 玉米田蜂种资源调查

年 份	调 查 日 期	调查点 数	雄蜂头 数	松毛虫、赤眼 蜂百分比 (%)	玉米螟、赤眼 蜂百分比 (%)	其它赤眼蜂 百分比 (%)
1979 年	6月15日—8月12日	40	695	23.6	75.4	1
1980 年	6月15日—8月6日	20	1958	36.5	58.5	5

大量扩繁之前要进行分离筛选。分离筛选的方法是根据不同种的赤眼蜂对大、中、小型寄主卵的寄生能力不同, 视所需蜂种而定。若需留用松毛虫赤眼蜂, 可把在田间采得的混合蜂种先用小粒卵 (米蛾卵) 进行繁殖一至二次积累到一定数量, 但仍然是一个混合蜂种。之后, 再用中型卵 (松毛虫卵、蓖麻蚕卵) 转育二次, 一部分不适宜寄生中粒卵的赤眼蜂先被淘汰。最后经过大粒卵 (柞蚕卵) 扩繁, 其它种赤眼蜂均被筛选掉, 所保留的蜂种几乎全部为松毛虫赤眼蜂。

3.蜂种的越冬保藏 因使用蜂种进行大量繁殖赤眼蜂的时间为第二年春季。为了提高赤眼蜂的生活力，减少繁殖代数，当年



图17 蜂种分离筛选箱

采集的少量蜂种经分离筛选扩繁后，还需做好蜂种的越冬保藏工作。我市赤眼蜂一般是在十月中下旬开始越冬。因此要有计划地安排蜂种在十月下旬羽化出蜂，然后在温度 20°C ，相对湿度80%的环境条件下进行接蜂繁殖。两天后将接蜂寄主移至接近自然温度的室内(10°C)，

赤眼蜂仍能继续发育一段时间，大约经7—8天后它可发育至老熟幼虫阶段，这时气温下降，赤眼蜂不再发育，并可长期保藏。保藏时要注意保持室内湿度。繁殖越冬蜂种一定要用新鲜寄主卵。为防止一个代次的蜂种保藏历期过长，影响它的生活力，应在蜂种保藏二个月后，将蜂种加温羽化并繁殖一次，再行越冬保藏。蜂种越冬保藏场所尽量不要放在冰箱或冷库内，而以自然温度（不生火的室内）保藏为好。

近年来我市采用上述办法采集、扩繁和保藏蜂种，使蜂种做到年年自给有余。

（二）中间寄主

1.中间寄主的选择 赤眼蜂能够寄生在多种昆虫的卵内，但并非所有的昆虫卵都是繁殖赤眼蜂的优良寄主。据各地经验及我市的具体情况可做为人工大量繁殖赤眼蜂的优良寄主有柞蚕卵、蓖麻蚕卵、松毛虫卵和米蛾卵。其中柞蚕卵繁殖系数高，耐冷藏和来源丰富，是当前最优良的中间寄主。我市山区虽不出产柞

蚕,但相距不远的辽宁、山东等省是我国柞蚕的主要产区。因此,我市繁蜂所需中间寄主柞蚕茧主要是从东北购进的,并且也是很容易做到的。从一九七八年开始,我市每年从东北购进柞蚕茧均有数百万粒。蚕茧出蛾后的茧壳仍可作缫丝原料,对蚕丝质量基本无不良影响。除此之外,柞蚕的蚕蛾和卵粒较大,育蛾取卵便于使用机械操作。所以柞蚕卵做人工大量繁殖赤眼蜂的中间寄主为赤眼蜂工厂化生产提供了有利条件。

2.育蛾取卵 原来育蛾取卵全部靠手工操作,费工、费时、劳动强度大。为摆脱繁蜂过程中这种原始落后的育蛾取卵方法,逐步实现赤眼蜂生产工厂化,我市密云、顺义等县经几年精心研制,多次改革,已制出适用于育蛾、挤卵、洗卵、风干卵等生产环节使用的机械。这两县的育蛾取卵过程初步实现了机械化、半机械化。下面把有关机械作一简要介绍。

(1)暖茧育蛾:根据柞蚕雌蛾行动迟缓,具有喜好向上和趋边缘的特性,密云县、顺义县分别研制出立式网罩茧床和水平多层

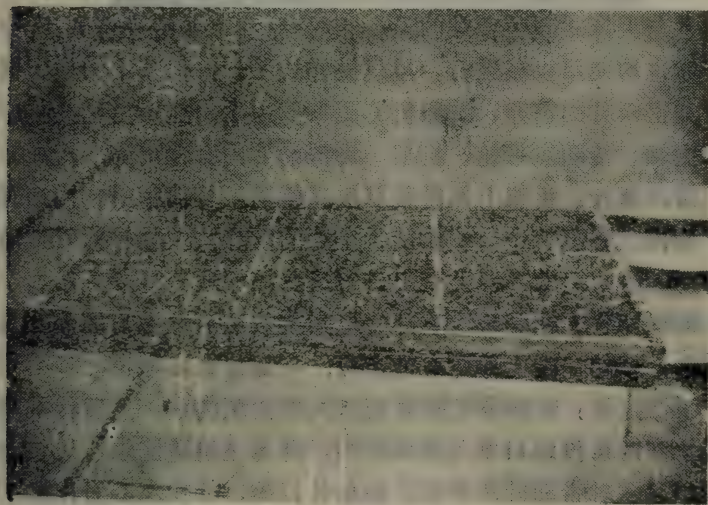


图18 立式网罩茧床

茧床进行暖茧抓蛾。

这种茧床的构造是先做好规格长 $150 \times 100 \times 60$ 厘米的木框。木框一面用筛孔为1.5厘米的铁纱网钉住,然后将蚕茧的茧蒂朝上摆到铁纱网的空隙中。摆满后,再用另一块铁纱网将蚕茧固定并钉在木框上。木框做钩挂于羽化室的空间。待蚕蛾羽化后全部集中于铁纱的一个面上,用扫帚或其它用具把蚕蛾扫下集中入挤卵机挤卵。扫蛾时不要用力过猛,防止把蛾腹扫破。

顺义县使用的是水平多层茧床。这种床是由多层铁支架、纤维板架板、变速器、带布条的传动绳、梳蛾刷、集蛾漏斗、传送带等构成。抓蛾过程是将要羽化的蚕茧平铺床上,蚕蛾羽化后即爬行抓住传动绳上的布条。当布条上的蛾达一定数量时,将电动变速器开动,带动传动绳在茧床上方转动。布条上的蛾子随传动绳被传到茧床一端的梳蛾刷时,蚕蛾被梳下掉入集蛾漏斗,集蛾漏斗下方有传送带,又将蚕蛾传送到挤卵机,这样便完成了抓蛾过程。

(2)挤卵、洗卵、风干卵:为了适应大量繁殖赤眼蜂的需要,并与大床式暖茧育蛾的设备相配套,我市各地现挤卵、洗卵、风干卵也均使用机械进行。虽机械样式不一,但基本结构大同小异。如密云县的挤卵、洗卵机(图19)主要由盛蛾筒、螺旋齿轮、主轴、传动皮带轮、机架、清洗槽(内有分离筛)组成。

挤卵部分:机架上部卧装双层盛蛾筒,外筒密封,内筒有筛孔,筒内主轴上有十二块螺旋状排列的叶片。主轴转动时带动叶片转动。盛蛾筒的一端设有出口与清洗槽相通。

清洗部分:在盛蛾筒下部的机架上按装清洗槽,槽内有双层分离筛。槽的一端上部留有排杂口,下部留有出卵口。

工作过程:在挤卵之前先把清洗槽内灌满水,然后将蚕蛾伴随流水同时自投蛾口倒入盛蛾筒内,开动电机边流水、边转动、边投蛾。主轴带动叶片转动,将蛾体打碎,并在离心力作用下,卵粒和碎残体透过内筒筛孔聚集到外筒,随水流经出口流进清洗



图19 挤卵、洗卵机

槽。浮在水面上的残体杂物在水流的驱动下很快流进排杂口排走。卵粒进入清洗槽后沉积槽底，打开出卵口卵粒流入网袋中，放风干机风干备用。

风干机为医用圆筒形，每分钟800转，一次可风干卵粒五十公斤（图20）。

（3）工效：抓蛾、挤卵、洗卵机械化省工、省时，效率高，减轻了劳动强度，体现了工厂化生产。如顺义县、密云县近两年来，每年繁蜂量均为百亿头左右，所用中间寄主二亿粒（蚕茧）。若用人工操作，数量这样大的蛾卵需配备200人二十天才能完成。而现在每班三人同时操作，一人负责茧床收集蚕蛾，一人操纵挤卵机，一人进行卵粒风干，每小时挤卵200万粒，比手工操作提



图20 卵粒风干机

高工效近百倍。

3.中间寄主贮藏 在大量繁蜂过程中，寄主卵的用量很大，需要贮藏部分寄主卵。因为在实际生产中很难做到蜂种羽化与蚕蛾羽化的时间吻合无间，并要求寄主卵能够随用随取，才能适应赤眼蜂工厂化生产。我市各地在生产中行之有效的贮藏寄主的方法有以下几种：

(1)隔水套袋贮卵法：将洗净晾干的剖腹卵装入塑料袋（每袋10斤）中，袋口插入一根玻璃管，然后将此袋装进另一盛水的较大塑料袋内，使卵袋全部浸在水中，并扎紧袋口，先放置在零下 16°C 冷冻，使卵袋外层均匀地被冰壳包住，一天后移至零下 8°C

保存。在取出时，应先用酒精棉球将蜂腹上的蜂蜡擦净。

(2) 冷冻蛾腹：将羽化一天后的雌蛾腹部摘下，装入袋内（每袋5斤），先在零下15℃冻透，再移至零下5℃冷冻贮藏。

(3) 低温贮藏头雌蛾：当雌蛾羽化后，先在雌蛾的头部用手指轻轻掐一下，破坏它的神经节，防止产卵。再将雌蛾单层摊放在冷库或贮茧库内，温度保持在1—5℃，雌蛾可存活10—17天。这段时间可根据繁蜂计划随用随取。

通过对上述三种方法贮存的寄主定期取样检验结果见表2、表3。

表2 不同贮藏时间中间寄主质量变化情况

贮藏时间 方 法	一 个 月			二 个 月		
	蛾 腹	掐头蛾	卵	蛾 腹	掐头蛾	卵
质量情况						
坏瘪卵率(%)	30	38	7	52	64	12
色泽变化	表面灰暗色，部分 卵汁变为黑色	表面白色， 色泽新鲜	大部分卵表面暗 色，卵汁黑色	表面白色， 色泽新鲜		
味道变化	剖开看卵汁有异味	卵汁无异味	剖开看卵汁有臭味	卵汁基本 无异味		

表3 不同贮存方法对繁蜂质量的影响

贮存方法 观察项目	有翅蛾贮存 60天	去翅蛾贮存 60天	卵粒贮存 60天	对照新鲜卵	检查粒数 (粒)
寄生率(%)	5	5	85	91	100
羽化率(%)	65	56.4	75	86	100
单卵寄生头数	47	43	51	51.9	12
单卵出蜂头数	41.3	39	42.2	54.3	12

从表中可看出贮卵两个月后坏、瘪卵率仅有12%，寄生率可达85%。而贮蛾一个月后坏、瘪卵竟高达38%，两个月后寄生率

仅有5%。结果表明贮卵比贮蛾效果好。同时也看出无论采用那种方法贮藏寄主卵的时间不宜过长（不超过两个月）。另外在贮藏时一定要保持寄主新鲜，已经腐烂变味的雌蛾或卵不能混杂在里边。

（三）繁蜂技术

多年的实践表明只有采用大量、快速、优质的繁蜂技术，才能适应大量繁殖赤眼蜂的工厂化生产。

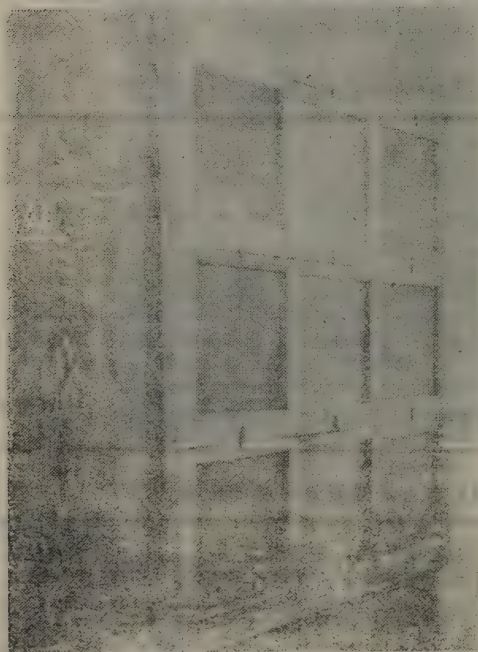


图21 成蜂散粒接蜂箱

等弊病又采用了成蜂散粒接蜂法。这种接蜂方法的用具见图21。

接蜂过程是在封闭的房间里向光的面上装有若干个活动的尼龙纱木窗，通过调解光线使种蜂均匀地飞落在每个小木窗上。当木窗上种蜂达一定数量时，把小木窗取下将窗上种蜂接到寄主卵盘上，种蜂马上扑卵寄生。图22为繁蜂人员接蜂时的情景。顺义

1.繁蜂方法 一九七七年以前我市各地主要采用箱式挂卡繁蜂方法。随着繁蜂规模的扩大，愈来愈使我们感到单一的小蜂箱繁蜂，限制了繁蜂速度和规模，又影响人工繁殖赤眼蜂的质量。为此，从一九七八年开始我市普遍采用了大房间塑料薄膜接蜂法、滚筒式接蜂法和盘式散粒接蜂法。近一、二年我市密云、顺义等县又针对盘式散粒接蜂法存在的种蜂活动空间小、无法淘汰弱蜂



图22 成蜂散粒接蜂时的情景

县采用的作法是将种蜂诱集到固定的大玻璃面上，然后用掸子将爬动的种蜂掸下抖落到寄主卵盘上，送暗室产卵寄生，也是一种简便、易行的办法。据顺义县统计，用成蜂散粒法繁蜂一小时可接蜂800—1000万头，日繁蜂量可达1.5亿头左右。

2. 繁育壮蜂 繁育壮蜂是决定治虫效果如何的关键。近年来，我们在改进繁蜂方法，解决大量、快速繁蜂的同时，还注意了采用多种技术措施，繁育优质壮蜂提高治虫效果。繁育壮蜂除同繁蜂所用的寄主卵是否新鲜有关外，还与下列因素有关。

(1) 合理使用不同的繁蜂方法：近年来，我们一直提倡几种繁蜂方法合理安排搭配使用，即繁殖最初几代少量种蜂时，因数量较小，用滚筒式或选壮蜂箱的接蜂法，大量淘汰弱蜂，保留下来的蜂种基本上是强壮的。在保证种蜂强壮的前提下，繁殖末一代种蜂和大量治虫蜂时因数量较大，多采用大房或散粒接蜂法进行。实践证明，这种不同繁蜂方法搭配使用的操作程序是适用于

赤眼蜂工厂化生产要求的。

(2) 严格掌握蜂卵比例和接蜂时间：几年来，我们体会到无论采取哪种繁蜂方法，既要严防过寄生，造成营养不足，蜂体退化，又要注意单卵寄生数过低，致使营养过剩，蜂体变形，发育缓慢，浪费寄主卵粒。经多年试验，摸索我市各地的繁蜂方法得出，使用散粒接蜂法，种蜂卵粒和新鲜寄主卵粒以1:20至1:25的比例混拌接蜂72小时为宜。表4为几种不同比例对繁蜂质量的影响。从表中可看出1:20的比例寄生率达76%，羽化率为75.3%，仔蜂寿命长，单卵遗蜂数2.7头是最佳结果。使用大房式卵卡接蜂法，在繁蜂时的四种因素即温度、湿度、接蜂时间、接蜂单位面积上种蜂头数的组合中，据我市怀柔县应用生物统计的方法，进行正交试验结果，认为四种因素最适范围，温度以22—24℃，相对湿度80—85%，接蜂时间30分钟，种蜂密度每平方厘米15头为最好。他们的试验结果为保证繁蜂质量提供了科学的数据。

(3) 补充营养（喂饲）：补充营养可使种蜂提高生活力，仔代蜂体增强，是一项繁蜂时不可忽视的技术措施。我们曾对补充营养和未补充营养的赤眼蜂进行了活动范围的观察测定，结果见表5。从表5可看出补充营养的赤眼蜂距放蜂点50米时寄生率仍可达11.5%。反之，寄生率仅有3.9%，差别显著。几年来，我们一直试图在田间放蜂时对治虫蜂进行喂饲，以便增强治虫蜂的寄生害虫的能力，提高防治效果，但均未成功，有待今后继续研究解决。

(4) 变温繁蜂：为了适应放蜂田间的环境条件，繁蜂要在变温的条件下进行。前几年，因我市进入大量繁蜂时正值高温多雨季节，繁蜂室内气温竟高达32℃，种蜂极为活跃，严重影响繁蜂质量，如在31℃时寄生率仅有39%，而且易造成卵卡、卵粒发霉。特别是使用散粒接蜂法影响更大。为提高繁育赤眼蜂的科学性，密云县、顺义县、通县先后修建了由空调机等仪器设备控制的繁蜂车间（80平方米）。车间内温湿度可以调节。繁蜂时，白天调

表4 不同接蜂比例对繁蜂质量的影响

项 目 蜂卵比例	试 验 次 数	寄 生 率 (%)	羽 化 率 (%)	单 卵 寄 生 数 (粒)	单 卵 出 蜂 数 (头)	单 卵 遗 留 蜂 数 (头)	雌 雄 性 比 (♀:♂)	寿 命 (天)
1:20	1	76	75.3	52.6	49.9	2.7	5:1	5
	2	80	67.3	45.3	41	3.3	12:1	4
1:25	1	46.8	50.3	71.6	65.5	1.8	21:1	5
	2	89	50.3	51.4	49.5	6.2	14:1	4
1:30	1	29	39	41.5	36.6	5.2	17:1	3
	2	61.3	43.7	43.9	45.2	3.7	—	—
1:35	1	39	52.3	50.2	46.3	5.9	—	—
	2	57.6	38.2	50.9	37.3	2.6	—	2
1:40	1	49	35.6	38.6	57	12.3	—	—
	2	53	33.2	37.3	35	12.3	—	1.5
1:45	1	23	13.6	42.1	41.3	5.3	—	—
	2	44.3	17.9	40.1	40.7	11.4	—	1.6
1:50	1	30.7	21.9	35.4	27.6	13.5	—	—
	2	47	27.1	25.3	42.8	23	—	—
1:55	1	22	40.1	21.4	18.4	25	9:1	—
	2	25.3	30.8	19.5	37.4	16	8:1	—
1:60	1	22.3	12.3	19.9	24.5	17	7.6:1	1.2
	2	46	7.7	11.1	26.4	18	4:1	—

表5 补充营养和未补充营养对扩散距离和寄生率的影响

扩散距离(米)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
补充营养	78.2	89.3	55.6	34.9	25.5	19.4	16.4	18.9	11.8	11.5
未补充营养	86.3	35.7	47.2	35	25.8	13	14.1	8.5	11	3.9

至25℃左右，夜间调至22℃左右。经室内检验和大面积放蜂效果调查，在变温条件下所繁赤眼蜂生活力较强，防治效果较好。因此，应用先进的仪器设备是提高赤眼蜂人工繁育水平的一个重要条件。

赤眼蜂机械化生产工艺流程示意图：

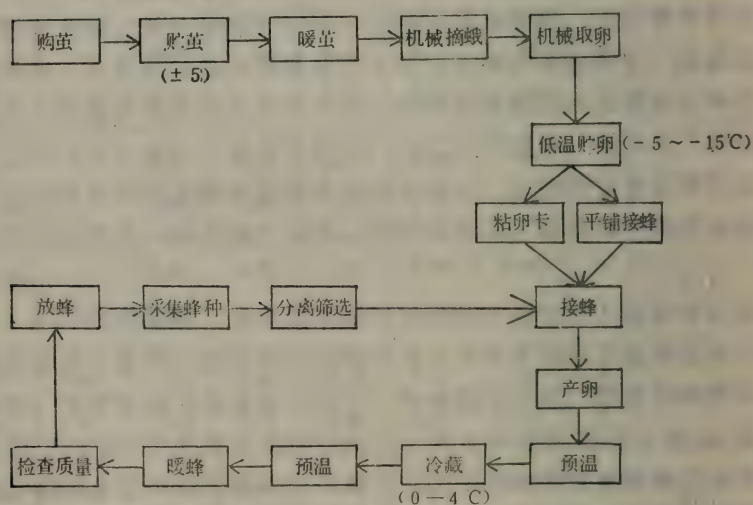


图23 赤眼蜂生产工艺流程示意图

二、应用松毛虫赤眼蜂防治 玉米螟的效果问题

根据北京市各县(区)几年大面积放蜂实践探讨松毛虫赤眼蜂防治玉米螟的效果及在农业生产上的意义。

(一) 大面积田间放蜂的实际效果

本市从1976年至1980年累计应用松毛虫赤眼蜂防治玉米螟达330万亩以上,其中防治二代玉米螟318万亩,一代玉米螟12万亩。应用范围涉及郊区十三个县(区),几十个公社,几百个大队。各县(区)植保站(组)和使用单位都认真对应用的效果进行了考查,得到了几千个数据。下面我们引用本市部分县(区)和农场的一些调查统计数字对松毛虫赤眼蜂的实际应用效果加以说明。

1. 防治二代玉米螟的效果 本市部分县(区)、农场人工释放松毛虫赤眼蜂防治二代玉米螟,通过不同年份、不同地区调查的大量数据我们可以清楚看出,不管当年自然寄生率高低,人工释放松毛虫赤眼蜂防治二代玉米螟田间卵块与卵粒寄生率均可达50—90%,一般可以稳定在70%以上,比对照区提高0.5—2倍。就是自然寄生率很高的1979年,放蜂区的螟卵寄生率也显著高于对照区,特别是从剖秆检查虫口减退率来看,效果更为稳定。不管自然寄生率高低,放蜂区百株虫量一般都比对照区减少50%以上。

通县1978—1980年三年大面积放蜂统计结果见表6。全县平均1978年放蜂区卵块寄生率76.76%,卵粒寄生率78.98%,分别比对照区提高2.4和3.2倍;1979年放蜂区卵块寄生率88.75%,卵粒寄生率81.91%,分别比对照区提高0.25和0.2倍(对照区自然寄生率分别为70.5%和68.05%);1980年放蜂区卵块寄生率86.42%,卵粒寄生率78.71%,分别比对照区提高0.9和1.37倍。

顺义县1977—1980年四年大面积放蜂统计结果见表7。四

表6 通县历年松毛虫赤眼蜂防治二代玉米螟效果表

年 度	放蜂面积 (万亩)	处 理	卵 块		卵 粒	
			调查总卵	寄 生 率	调查总卵	寄 生 率
			块 数	(%)	块 数	(%)
1978	15	放蜂区	499	76.76	22601	78.98
		对照区	149	22.82	5743	18.84
1979	21.8	放蜂区	1181	88.75	44539	81.91
		对照区	234	70.5	7424	68.05
1980	22.8	放蜂区	405	86.42	13940	78.71
		对照区	90	45.56	3105	33.27

表7 顺义县历年松毛虫赤眼蜂防治二代玉米螟效果表

年度	放蜂 面积 (万亩)	总卵块数		卵块寄生(%)		总卵粒数		卵粒寄生 (%)		百株活虫(头)		百株虫 口减退 (%)
		放蜂	对照	放蜂	对照	放蜂	对照	放蜂	对照	放蜂	对照	
1977	5.5	211	133	97.2	45.1	26878	/	81.6	40.1	22.6	40	48.9
1978	60.2	1128	269	81.87	27.13	26878	5957	74.7	27.7	17.5	41.2	57.5
1979	57	2131	138	78.3	50.7	75170	5251	60.9	44.8	8.3	20	58.3
1980	37.1	119	32	71.4	37.5	3338	739	65.8	33.7	15.7	33.9	53.6

年中有三年虫口减退率在50%以上，只一年为48.9%，也接近50%。例如1978年全县放蜂60万亩，据29个公社86个大队调查，放蜂区平均卵块寄生率81.87%，卵粒寄生率74.75%，而对照区分别为27.13%和27.18%，放蜂区比对照区卵块寄生率提高2倍，卵粒寄生率提高1.7倍；从收获期剖秆调查统计来看，放蜂区比对照区蛀孔率下降56.1%，百株虫量下降57.5%。

怀柔县1978年放蜂4万亩，1979年放蜂近3万亩，经多点调查也都取得了较好的效果（见表8、9、10、11）。1978年放蜂区卵块寄生率平均在81%以上，卵粒寄生率平均在71%以上。范各庄公社平均放蜂卵块和卵粒寄生率分别为90.3%和84.6%，而对照区分别为50.5%和40.1%，放蜂比对照区分别提高0.79和1.1倍；百株残虫量放蜂区比对照区下降59—66%。1979年多点调查放蜂区卵块寄生率77—100%，多在90%左右，卵粒寄生率62—99%，多在70—90%之间，百株残虫量下降在50—87%之间。

其他县（区）放蜂效果一般也都较好。例如密云县1979年放蜂20余万亩，多点调查平均卵块与卵粒寄生率在90%以上，百株残虫量下降61.5—92%。海淀区1978年放蜂1.2万亩，放蜂两次的平均卵粒寄生率66.1%，放蜂三次的平均卵粒寄生率85%，未放蜂的对照区平均卵粒寄生率仅为31.2%。放蜂二次寄生率比对照区提高1.12倍，放蜂三次寄生率比对照区提高1.72倍。

上述事实证明，人工释放松毛虫赤眼蜂防治第二代玉米螟的效果是比较好的，也比较稳定。

2. 松毛虫赤眼蜂防治一代玉米螟的效果 1978—1980年全市应用松毛虫赤眼蜂防治第一代玉米螟累计面积约为12万亩。我们收集整理了各县（区）多点调查统计数据，从这些调查数据可以看出，人工释放松毛虫赤眼蜂田间螟卵寄生率低的只有30—50%，好的卵块及卵粒寄生率一般都可达70%以上。但是不管寄生率高低，从剖秆调查来看，百株残虫量一般可以比对照区下降70%左右。如此可以认为，松毛虫赤眼蜂防治第一代玉米螟的效果是比较好的，可以进一步示范推广。

顺义县1977—1980年应用松毛虫赤眼蜂累计防治一代玉米螟8.5万亩，效果都比较好（见表12）。例如1979年一代玉米螟卵期放蜂3.58万亩，据24个公社调查统计，卵块寄生率平均75.1%，卵粒寄生率平均79.6%，而对照区分别为11.5%和7.04%，放蜂区比对照区卵块寄生率提高5.53倍，卵粒寄生率提高9.1倍，百

表 8 怀柔县1978年赤眼蜂防治玉米螟效果调查

公社	处理	项目	卵块寄生情况				卵粒寄生情况				备注	
			总卵块	寄卵块	寄生率(%)	总寄生率(%)	总卵粒	寄卵粒	寄生率(%)	总寄生率(%)		
北房	放蜂区	南房	10	9	90.7		248	206	83		总寄率是社 生各公和面 点上调均 卵平查 数均	
		小辛庄	9	9	100	92.9	500	490	98	82.6		
		新房子	9	7	78		276	141	51			
	对照	黄吉营	8	6	75	75	345	179	58.1	51.8		
城关	放蜂区	大中富乐	15	14	93.3		522	419	80.2			
		唐自口	19	13	61.6	85.4	562	316	56.2	74.4		
		潘各长	33	27	81.8		1,362	867	63.7			
	对照	郭家坞	21	16	76	70	921	612	66.4	66.4		
范各庄	放蜂区	下庄	5	5	100		284	247	87			
		北台上	25	18	72	90.3	907	715	78.9	84.6		
	对照	西庄	18	2	11		736	115	15.6			40.1
		下庄	8	7	90	50.5	292	189	64.7			
杨宋	放蜂区	杨宋庄	13	9	69		513	386	75.2			
		太平庄	44	32	72	81.5	1,542	843	54.7	71.3		
		南年丰	22	18	85		742	467	62.9			
	对照	张自口	30	15	50		1,203	400	33.3			24.6
太平庄		32	12	37	44	1,421	267	19				
南年丰		31	14	45		1,243	267	21.5				
城关镇	放蜂区	东关(1)	3	3	100		84	60	71.4		82.4	
		东关(2)	5	5	100	100	209	204	97.6			
	对照	钓鱼台	17	14	90	90	716	387	54	54		

表9 怀柔县1978年赤眼蜂防治玉米螟被害情况调查

公社	项目	品 种	播 期 (月/日)	百 株 被 害 数		被害下降	虫口下降
				放 蜂	对 照	百分率(%)	百分率(%)
城关	大中富乐	单玉6号	5/14	11	47	77	48
	潘各长	"	5/17	31	47	34	90
	唐自口	"	5/17	28	47	40	49
北房	小辛庄	"	5/22	14	31	55	15
	新房子	"	5/20	16	31	48	43
	南房	"	5/25	7	36	81	45
	北房	"	5/25	11	31	65	
杨宋庄	杨宋庄	"	5/20	10	68	85	51
	杨宋庄	"	5/20	6	68	91	
	安各庄	"	5/25	3	68	96	
	郭 庄	"	5/25	6	68	91	
	太平庄	"	5/8	22	68	68	77
	南年丰	"	5/15	15	68	78	38
	西树行	黄白1号	5/15	19	68	72	
	北年丰	黄玉6号	5/15	17	68	75	
城关镇	东关(1)	建民	5/9	25	62	60	90
	东关(2)	"	5/9	17	62	73	49
范各庄	范各庄	丹玉6号	5/19	22	49	55	
	下 庄	黄白1号	5/17	25	49	49	59
	北台上	丹玉6号	5/26	21	49	57	66
	陈各庄	"	5/26	19	49	61	

表10 怀柔县1979年松毛虫赤眼蜂防治二代玉米螟寄生效果调查

处 理 社	项 目		卵 块 寄 生			卵 粒 寄 生		
			总卵块数	寄生卵块数	寄生率 (%)	总卵粒数	寄生卵粒数	寄生率 (%)
放 蜂 区	北	南 房	4	4	100	117	116	99
		梨 园 庄	8	8	100	286	250	86
	房	北 房	12	12	100	296	296	99
	中	大中富乐	33	30	90.9	1158	931	80.4
	富	郭 家 坞	18	14	77	650	427	67
	乐	潘 各 长	14	12	86	339	299	88
	范	北 台 上	18	15	83	518	345	66
		各 下 庄	14	14	100	497	403	91
	庄	范 各 庄	18	18	100	687	638	92.8
	杨	太 平 庄	17	14	82.3	447	341	76.2
	宋	南 年 丰	16	15	94	468	387	82
	庄	杨 宋 庄	17	16	94	267	223	83
	城	石 场	34	27	79.4	1678	724	43
	关	东 关	8	7	87.5	231	184	80
对 照 区		小杜两河	11	7	63	119	52	43
		石 场	16	10	62	626	227	36

株残虫量下降72.6%；1980年一代玉米螟放蜂4.6万亩，平均卵块寄生率68.8%，卵粒寄生率73.2%，而对照区卵块与卵粒寄生率分别只有15.5%和7.6%，放蜂区比对照区卵块寄生率提高3.44倍，卵粒寄生率提高8.63倍，残虫量下降79.4%。

表11 怀柔县1979年赤眼蜂防治二代玉米螟为害调查

处理 区	项 目			调查日期 (月/日)	百株孔数		被害下降 百分率(%)	虫口下降 百分率(%)
	放蜂	对照	品种		孔数	虫数		
放蜂区	北房	南房	京杂6号	8/22	3	2	72.7	75
	中富乐	大中富乐	单育6号	8/20	5	3	54.5	62.5
	郭家坞	"	"	8/21				
	潘各长	"	"	8/23	3	1	72.7	87.5
	杨宋庄	太平庄	"	8/22	6	3	45.4	62.5
	南年丰	良丹5号		8/23	7	7	36.3	12.5
	范各庄	北台下	单玉6号	8/21	4	2	63.6	75
		庄黄白1号		8/21	5	2	54.5	75
		范各庄	单玉6号	8/21	4	4	63.6	50
对照区	城关	石场	京单403	8/24	3	3	72.7	62.5
	庙城	两河南圈	单玉6号	8/25	11	8		

表12 顺义县松毛虫赤眼蜂防治一代玉米螟效果表

年度	面 积 (万亩)	总卵块数		卵块寄生率		总卵粒数		卵粒寄生率		百株活虫		虫口减退率 (%)
		放蜂	对照	放蜂	对照	放蜂	对照	放蜂	对照	放蜂	对照	
		(块)	(块)	(%)	(%)	(粒)	(粒)	(%)	(%)	(头)	(头)	
1979	3.58	1653	197	75.1	11.5	42373	5310	79.6	7.04	15.7	57.3	72.6
1980	4.6	565	58	68.8	15.5	16005	2063	73.2	7.4	7.6	37	79.4

其他县应用松毛虫赤眼蜂防治第一代玉米螟试验, 有的也很成功。例如, 海淀区1978年四个公社共试验了350亩, 平均卵块寄生

率79.9%，对照区仅7.6%，放蜂区比对照区卵块寄生率提高了4.5倍。怀柔县1979年放蜂防治一代玉米螟6000多亩，卵块寄生率32—68%，多在50%以上；卵粒寄生率30—52%，个别队偏低，而对照区卵块与卵粒寄生率分别只有7.7%和4%。放蜂区螟卵寄生率虽不很高，但剖秆检查百株残虫量却比对照下降50—85%，平均下降了72.9%（见表13）。南郊农场1979年放蜂防治一代玉米螟1156亩，放蜂区平均卵块寄生率32.17%，百株残虫量为28.7头，而对照区卵块寄生率只有5.5%，百株残虫量高达101头，也表现为螟卵寄生率不是很高，但百株残虫量却下降了

表13 1979年怀柔县松毛虫赤眼蜂防治一代玉米螟效果

处理	项 目		卵块寄生		卵粒寄生		残 虫 量	
			总卵块数	寄生率 (%)	总卵粒数	寄生率 (%)	头/百株	减退率 (%)
放蜂区	北 南 房	房	37	59.3	2354	32	13	67.5
	房 梨 元 庄		56	62	1302	25		
	中 大中富乐		43	47	1306	38	7	82.5
	富 郭 家 坞		63	38	1539	30	20	50
	乐 潘 各 长		103	32	5470	24	6	85
	范各庄	下 庄	113	53	2982	22		
对照区	杨 太 平 庄		62	58	2344	42	13	67.5
	宋 庄							
	南 年 丰		45	68.4	1699	52	8	80
	城 关 石 场		121	7.4	6158	42	9	77.5
对照区	范各庄	北 台 上	67	8	1800	3		
	北 房 梨 园 庄		12		286	5	40	

71.58%。

3.放蜂与药剂防治二代玉米螟效果比较 根据1975—1977年通县、顺义等县(区)联合试验,用传统的心叶末期撒颗粒剂的方法防治二代玉米螟,一般百株虫量下降30—60%,而人工释放松毛虫赤眼蜂防治二代玉米螟大量调查数据表明,百株虫量可以稳定地比对照减少50%以上,因此可以说,应用松毛虫赤眼蜂防治二代玉米螟的效果可以相当于药剂防治的效果。另外,从一些单位的对比试验结果,也可以看出这种趋势。例如,顺义县杨镇公社张家府大队1976年试验,7月20日和25日放蜂两次,共放蜂2.2万头,玉米螟卵块和卵粒寄生率分别达81.8%和83.2%,虫口减退率达66.6%,而药剂防治区(心叶末期撒颗粒剂)虫口减退率只有35.2%。通县宋庄公社辛店大队1976年对比试验结果,放蜂区虫口减退率为65.17—73.70%,而药剂防治区为47.76—68.43%。密云县穆家峪公社西穆峪大队1977年试验结果,对照区百株有虫65.5头,放蜂区百株有虫11头,虫口减退率为83.21%;0.5%林丹颗粒剂防治百株有虫12.5头,虫口减退率为80.92%。东郊农场孙河一队1977年试验结果,放蜂区与0.5%林丹颗粒剂防治区相比,放蜂区百株蛀孔数下降45%,百株残虫量下降48.5%。此外,表14所列顺义县1977年对比试验结果,放蜂的效果有的高于药剂防治,有的低于药剂防治,而放蜂并施颗粒剂的效果都显著高于单独放蜂或施药区。

(二) 松毛虫赤眼蜂防治玉米螟的经济效益

大规模人工生产和应用松毛虫赤眼蜂防治玉米螟,不但效果好,其经济效益也比较高,主要表现在以下几个方面。

1.增产 据1975—1977年郊区联合试验结果看出,玉米心叶末期撒一次颗粒剂可以压低虫口30—60%,可以增产粮食5—18%。而释放松毛虫赤眼蜂的增产效果,据顺义县1978年九个公社测产结果,平均放蜂区比对照区增产14.6%。参照心叶末期撒颗粒剂的增产效果,我们认为,大面积人工释放松毛虫赤眼蜂取5—

表14 1977年顺义县不同方法防治二代玉米螟效果比较表

调查地点	调查日期	防治时间	防治方法	防治次数	有虫株率(%)	有虫株下降(%)	百株虫量(头)	虫口减退(%)
杨镇公社 张家府大队	9月13日	7月13、18、24日	放蜂	3	16	42.9	18	50
		7月15日	蜂药*	2	5	82.1	8	77.5
		7月14日	杀螟粒**	1	11	60.7	13	63.6
		7月14日	0.5%林丹颗粒剂	1	9	67.3	13	63.6
			对照		28		36	
城关公社 望泉寺大队	8月23日	7月13、18日	放蜂	2	4	63.6	3	72.7
		7月	蜂药	3	2	81.8	2	81.8
		7月14日	0.5%林丹颗粒剂	1	4	63.6	4	63.6
		7月14日	杀螟粒	1	5	54.5	5	54.5
			对照		11		11	
沟北 农业中学	9月12日	7月15日	0.5%林丹颗粒剂	1	14	41.6	15	37.5
		7月15日	杀螟粒	1	20	16.6	14	41.6
			放蜂	2	12	50	16	33.3
			蜂药	3	6	75	6	75
			对照		24		24	

* 放蜂以外,在心叶末期还施一次0.5%林丹砖碴颗粒剂。

** 杀螟粒为顺义县农药厂出品的1.5%甲基一六〇五砂包衣颗粒剂。

10%的增产效果是可信的,以最低的5%增产率计算,1980年放蜂90万亩,平均每亩可以增产玉米30斤,全市可以挽回粮食2700万斤,价值270万元。

2.防治成本低 化学防治每亩若用5斤0.5%林丹颗粒剂,需花药费0.35元,而放蜂每亩成本只要0.23元,每亩节省0.12元。1980年全市放蜂治螟90万亩,比应用化学农药共节省费用10.8万

元，使农民得到了经济实惠。

3.省工 应用颗粒剂每人每天只能防治5亩，全市若防治90万亩共需要18万个工，而放赤眼蜂每人每天可以防治150亩，防治90万亩（以放三次蜂计算）只需要1.8万个工，可以节省16.2万个工，而且减轻劳动强度。

4.赤眼蜂工厂都属农业局领导的事业单位，其任务是为农业服务，对农民只收成本费，因此有利于农业发展，造福于农民的事业。赤眼蜂厂有一定的设备条件和劳动力，而赤眼蜂是季节性生产，有条件利用自己的设备条件与劳动力搞一些副业生产，如利用冷库为商业部门贮存肉、蛋等食品，闲时为农民修理药械或搞一些其他生产，得到一些收入，减轻国家的负担，并有可能逐步做到经济半自给或自给，更好地为农业服务，同时可以提取一部分利润来改善生产条件，增加职工福利，提高职工的生产积极性。

如顺义县1980年与本县商业局食品公司签订合同，利用冷库冷冻猪羊肉80吨，净得纯收入6300元，冷库机修组的同志除完成本职工作外，还承包修理机动喷雾器和承包小件电焊活等任务，仅半年时间共得纯收入3500元。县生防厂每年与社队订合同，社队当年秋季将翌年所用茧费按每亩0.22元上交，县厂每亩提取1分钱管理费用于厂内支配使用，1980年各项收入合计13500元，该县在所得收入中提取5%的资金给全体职工增加劳保用具及补助费，其余部分用于扩大再生产，这样做不仅能够维持厂的正常生产，同时得到了进一步巩固和发展。

（三）蜂种选择与松毛虫赤眼蜂的地位问题

1974年本市开始研究应用赤眼蜂防治玉米螟时，就发现当地自然寄生玉米螟卵的自然蜂种是玉米螟赤眼蜂。当时我站与通县宋庄公社小堡大队和南郊农场共同进行繁蜂、放蜂试验自田间采集的自然赤眼蜂，经中国科学院动物研究所陈泰鲁先生鉴定，证明都是玉米螟赤眼蜂。1975、1976年又经动物所对通县、昌平县、南郊农场等地的自然蜂种进行鉴定，仍然是玉米螟赤眼蜂。

但鉴于工作刚开始，而且人工释放松毛虫赤眼蜂又可以取得明显提高寄生率的效果，对人工生产和应用松毛虫赤眼蜂并没有什么怀疑。1979年据有的材料报道，从放蜂区采集回收寄生卵进行室内蜂种鉴定，结果尽管放蜂田寄生率提高，但是收回来的90%以上是自然界的玉米螟赤眼蜂，甚至有的连人工放的松毛虫赤眼蜂的踪影也不见了。于是人们对松毛虫赤眼蜂的治虫效果发生了怀疑和争异。由于有了争异，促进了工作的深入，现在我们对于松毛虫赤眼蜂的效果及其在农业生产中的意义有了比较全面的认识。

1. 松毛虫赤眼蜂与玉米螟赤眼蜂作用比较 玉米螟赤眼蜂是自然优势种，在适宜条件下它比松毛虫赤眼蜂更宜寄生玉米螟卵，应是防治玉米螟的较理想的蜂种。但松毛虫赤眼蜂在玉米田内除玉米螟赤眼蜂外是较常见的、数量较多的一种用于防治二代玉米螟，它能在放蜂出蜂阶段形成暂时的数量优势，在自然玉米螟赤眼蜂上来之前起到控制前期螟卵的作用，田间可得到较高的寄生效果，这已被前面所述大面积放蜂效果所证实。在自然玉米螟赤眼蜂发展起来以后，松毛虫赤眼蜂逐渐被玉米螟赤眼蜂所取代，后期螟卵则被玉米螟赤眼蜂所控制。

在一般年份，玉米螟赤眼蜂用于防治第一代玉米螟，由于六月份气候较干旱，反而表现效果不如松毛虫赤眼蜂好。例如1979年通县植保站在宋庄公社辛店大队进行对比试验，在卵盛期于6月9日、13日、18日放蜂三次，松毛虫赤眼蜂与玉米螟赤眼蜂的总放蜂量都为3万头。定点系统调查结果，松毛虫赤眼蜂区卵块寄生率18.92%，卵粒寄生率10.69%；玉米螟赤眼蜂区卵块寄生率16.97%，卵粒寄生率5.87%。随机采卵调查，卵块寄生率松毛虫赤眼蜂区为29.35%，玉米螟赤眼蜂区为21.67%。从田间回收寄生卵鉴定蜂种结果来看，松毛虫赤眼蜂区的寄生卵块有92—97%为松毛虫赤眼蜂单独寄生，鉴定雄蜂有96%以上为松毛虫赤眼蜂。

这不同蜂种对比试验结果说明，松毛虫赤眼蜂用于防治一玉米螟效果优于玉米螟赤眼蜂。

2. 从玉米螟发生为害规律与自然玉米螟赤眼蜂消长规律来看松毛虫赤眼蜂的应用价值 近些年来春播玉米面积大大缩小（全市约有60万亩），一代玉米螟产卵相对集中，春玉米落卵量很大，不同年份不同地区百株累计卵量在100—300块左右。一代玉米螟产卵期正值六月干旱季节，自然寄生率很低，一般年份多在10%以下，个别年份在20%以上（见表15）。由于卵量大，自然寄生率低，所以对一代玉米螟必须采取人工放蜂或撒颗粒剂进行防治。从1978—1980年全市12万亩人工释放松毛虫赤眼蜂的实践来看，人工生产和释放松毛虫赤眼蜂对防治第一代玉米螟是有其实际意义的。

近几年来，二代玉米螟落卵量较少。据1975—1980年房山、平谷、顺义、通县、昌平、朝阳等县（区）病虫测报站统计，二代玉米螟百株累计卵量为4—90块，落卵期七月上旬至八月上旬，一般卵初见期在7月7—17日，卵盛期在7月20—30日，卵末期在8月5—15日。一般7月25日前累计落卵量要占全世代总

表15 降雨与自然寄生率记录

顺义县病虫测报站

年 份	六月份降雨 次 数	日平均雨量 (毫米)	一代自然寄 生率(%)	二代自然寄生率 (%)
1975年	10	34.6	/	11.1
1976年	11	75.4	/	59.4
1977年	12	152.6	11.05	60.45
1978年	5	99.7	5.15	放 蜂
1979年	14	129	25.03	93.73
1980年	10	107.8	7.41	放 蜂

卵量的50%左右。例如顺义县病虫测报站玉米田1975—1980年7月25日前落卵量占全代总卵量的百分率分别为60.0%、52.77%、50.31%、76.6%、53.8%、66.03%（见表16）。又如表17所列顺义县杨镇公社齐家府大队玉米田1976—1980年7月25日前累计卵块数占全世代总卵块数的50—100%。

二代玉米螟发生与危害的轻重，与自然玉米螟赤眼蜂发生的数量、发生的早晚和上升的速度有密切的关系。实际上由于气候

表16 不同年份二代螟发生情况

顺义县病虫测报站					
年 份	卵始见期 (月/日)	卵高峰期 (月/日)	百株累计 卵粒数	7月25日前 卵粒数	7月25日前 占全代(%)
1975年	7/14	不明显	270	162	60.0
1976年	7/16	7/22	883	466	52.77
1977年	7/7	7/22	1101	554	50.31
1978年	7/7		192	147	76.6
1979年	7/7	7/19—28	1340	718	53.58
1980年	7/7	7/2—8/3	368	243	66.03

表17 杨镇公社齐家府大队二代玉米螟卵消长变化表

年 份	百株累 计卵量 (块)	始 卵 期	7月25日 前卵量 (块)	7月25日 前占全代 卵量(%)	7月31日 前卵量 (块)	7月31日 前占全代 卵量(%)
1976	10	7月23日	8	80	8	80
1977	14	7月10日	9	64.29	9	64.29
1978	19	7月10日	13	68.42	19	100
1979	16	7月15日	8	50	14	87.5
1980	10	7月14日	10	100	10	100

条件的影响，二代螟卵自然寄生率不同年份之间波动很大，而且一般年份自然玉米螟赤眼蜂对二代螟卵的发生跟随并不紧，玉米螟赤眼蜂上升期要比玉米螟卵初见期晚13—21天（见表18），即要到7月25日以后它才迅速上升，直到7月底8月上旬以后才能对螟卵起到强大的自然控制作用，使二代玉米螟后期的卵的自然寄生率提高到70%以上，使三代全代的卵自然寄生率高达80—90%以上。但是，二代玉米螟7月25日以前产的卵占全代总卵量的50%左右，由于自然寄生率低，这段时间的有效卵实际可占全代总有效卵的50—100%，这部分卵孵化的幼虫主要危害套种玉米的雌穗着生节、穗柄和花丝，造成的损失也最大。我们从二代螟卵初见期开始至7月25日前后，人工释放三次松毛虫赤眼蜂，巧妙地把人工释放与保护利用自然天敌结合起来，很好地解决了玉米生产中一个主要害虫的防治问题，无论就其实际效果来说，还是从其经济效益来说，都是成功的。

表18 二代玉米螟卵自然寄生率跟随情况

顺义县病虫测报站

年 份	卵 初 见 期	自然寄生率上升期	卵初见与自然寄生率 上升间隔期（天）
1975	7月14日	8月4日	21
1976	7月16日	7月28日	13
1977	7月7日	7月21日	15
1978	7月7日	7月19日	13
1979	7月10日	7月10日	0

3. 松毛虫赤眼蜂大规模人工生产问题的解决，为其推广提供了物质保证。玉米螟赤眼蜂虽是本地自然蜂种，用于防治玉米螟较为理想，但是它要用米蛾卵作中间寄主来生产，目前大规模生产米蛾卵的技术与设备问题还没有很好地解决，而且生产米蛾卵要消耗粮食。松毛虫赤眼蜂可以用柞蚕卵作中间寄主来生产，而

我国有大规模的柞蚕生产，可以为大量生产松毛虫赤眼蜂提供丰富的中间寄主，并且柞蚕卵及用它生产的蜂卡冷藏保鲜比较容易；用柞蚕卵生产松毛虫赤眼蜂的技术与设备问题已基本解决，其最费工、劳动强度最大的生产过程已基本实现了机械化或半机械化。这就为松毛虫赤眼蜂大面积推广应用提供了物质保证。

综合上述，我们认为松毛虫赤眼蜂虽不是本地优势蜂种，但是它可以寄生玉米螟卵，仍属可以选用的较好蜂种，用它防治玉米螟的效果是不容怀疑的。

（四）松毛虫赤眼蜂回收鉴定的意义与问题

上面提到的关于从放蜂田采集回收赤眼蜂寄生的螟卵进行室内蜂种鉴定，结果发现采回来的几乎都是玉米螟赤眼蜂的材料，使人不禁要问：人工释放的松毛虫赤眼蜂哪里去了呢？松毛虫赤眼蜂是否有效呢？为了弄清这个问题，1978—1980年北京市各县（区）都进一步对放蜂田的蜂种进行了回收鉴定工作。

从鉴定结果（表19、20）我们可以看出总的趋势是：随着放蜂结束以后的时间推移，松毛虫赤眼蜂的比例逐渐下降，玉米螟赤眼蜂比例逐渐升高，到7月底8月上旬松毛虫赤眼蜂比例锐减，而玉米螟赤眼蜂迅速发展成为优势种群，可占赤眼蜂总数的90—100%。我们一般在7月10日至25日前后放蜂，如果到7月底甚至到8月上旬以后再回收鉴定，松毛虫赤眼蜂比例必然很少，如果用这样的回收鉴定结果来说明松毛虫赤眼蜂效果不好，甚至无效，是不恰当的。因为它只看到了放蜂以后松毛虫赤眼蜂寄生优势逐步下降至迅速被玉米螟赤眼蜂所取代的过程，而没有看到7月25日以前，玉米螟卵初见期至初盛期那一段松毛虫赤眼蜂形成田间优势种群并占据寄生优势的过程，而这一段过程正是在自然玉米螟赤眼蜂上来之前松毛虫赤眼蜂杀敌立功的过程，因此不能用后一个过程来否定前一个过程。

为了说明全过程，我们这里引用了1979年通县永乐店农场科技站和顺义县植保站二代放蜂田系统回收鉴定的结果（表21、

表19 1979年通县永乐店农场科技站二代玉米螟卵寄生蜂蜂种鉴定结果

取样地点	取样时间	鉴定结果									
		性比		鉴定雄		松毛虫赤眼蜂		玉米螟赤眼蜂		拟澳洲赤眼蜂	
		雌蜂	雄蜂	性比 (雌:雄)	蜂头数	头数	百分比	头	百分比	头	百分比
南	7月17日	—	—	—	6	5	83.3	1	16.7	0	0
	7月20日	—	—	—	8	6	75.0	2	25.0	0	0
	7月23日	375	56	67:1	30	22	73.5	7	23.5	0	0
	7月28日	439	52	85:1	34	21	61.7	9	26.5	1	3
	7月29日	572	63	91:1	33	8	24.3	22	66.0	0	0
堤	8月1日	276	33	84:1	26	3	11.2	23	83.8	0	0
	8月4日	461	68	67:1	45	4	8.8	40	88	0	0
	8月7日	423	56	75:1	40	4	10.0	34	85	2	5
大	8月10日	103	20	51:1	17	0	0	17	100	0	0
	8月13日	134	29	46:1	28	0	0	28	"	0	0
	8月16日	137	21	65:1	18	0	0	18	"	0	0
	8月20日	73	16	45:1	16	0	0	16	"	0	0

表20 松毛虫赤眼蜂一代玉米螟放蜂田赤眼蜂种类鉴定

1979年通县

采样地点	卵块鉴定结果寄生情况				雄蜂鉴定结果			
	鉴定卵块数	松毛虫赤眼蜂单独寄生(块)	玉米螟赤眼蜂单独寄生(块)	其他蜂种或混合寄生(块)	鉴定雄蜂总数(头)	松毛虫赤眼蜂(%)	玉米螟赤眼蜂(%)	其他赤眼蜂
辛店	181	170	0	11	788	96.32	3.55	0.13
张家湾	30	26	0	4	167	97.00	3.00	0
堡头	25	21	1	3	136	93.38	6.62	0

22、23)。这种系统回收鉴定工作才具有真正的意义，它帮助我们全面地认识松毛虫赤眼蜂的作用，正确地评价松毛虫赤眼蜂的效果。从这些系统回收鉴定的结果（特别是1979年通县永乐店农场科技站鉴定结果）我们可以清楚地看出：①从放蜂开始至放蜂结束后的一段时间内，松毛虫赤眼蜂可以在田间建立种群，在自然玉米螟赤眼蜂发展起来以前起到控制螟卵的作用。这种现象在一代放蜂田回收鉴定结果看得更清楚。在一代玉米螟放蜂田，松毛虫赤眼蜂一直保持优势地位，辛店大队从6月14—29日系统调查结果，181块寄生卵中有93.92%为松毛虫赤眼蜂单独寄生；788头雄蜂中有96.32%为松毛虫赤眼蜂，玉米螟赤眼蜂只占3.55%。②放蜂结束后，随着时间的延续，7月25—7月底自然玉米螟赤眼蜂迅速发展，松毛虫赤眼蜂的优势逐步被自然玉米螟赤眼蜂所取代，至7月底8月上旬，松毛虫赤眼蜂锐减，玉米螟赤眼蜂剧增。

松毛虫赤眼蜂不能在田间保持优势种群是其缺点，但是不能因此而否定它在防治玉米螟中的实际应用价值。我们必须看到在自然玉米螟赤眼蜂上来之前人工释放松毛虫赤眼蜂，对控制二代玉米螟前期卵的实际寄生效果，以及压低虫口和保产的作用。

应当指出，由玉米螟卵孵化出的松毛虫赤眼蜂与玉米螟赤眼

表21 1979年通县永乐店农场科技站二代玉米螟卵块寄生情况鉴定结果

取样 地点	鉴定卵 块数	卵块单独寄生情况				卵块共同寄生情况			
		松毛虫赤眼蜂		玉米螟赤眼蜂		松毛虫、赤眼蜂 共同寄生		玉米螟、其他赤眼蜂 共同寄生	
		卵块寄生数 (%)	卵块寄生率 (%)	卵块寄生数 (%)	卵块寄生率 (%)	卵块寄生数 (%)	卵块寄生率 (%)	卵块寄生数 (%)	卵块寄生率 (%)
南	7月17日	1	33.3	0	0	1	33.3	0	0
	7月20日	1	33.3	0	0	2	66.6	0	0
	7月23日	2	28.5	0	0	4	57.1	1	11.1
	7月28日	3	33.3	0	0	4	44.4	3	33.3
	7月29日	0	0	1	14.3	4	57.1	0	0
堤	8月1日	0	0	3	50.0	3	50.0	0	0
	8月4日	0	0	5	55.5	3	33.3	0	0
	8月7日	0	0	4	50.0	3	37.5	1	12.5
	8月10日	0	0	4	100	0	0	0	0
大	8月13日	0	0	6	100	0	0	0	0
	8月16日	0	0	6	100	0	0	0	0
	8月20日	0	0	5	100	0	0	0	0

表22 1980年通县永乐店农场科技站二代玉米
螟卵寄生蜂蜂种鉴定结果

采卵时间 (月/日)	鉴定卵块数	鉴定雄蜂数 (头)	蜂 种 比 例 (%)		
			松毛虫赤眼蜂	玉米螟赤眼蜂	其他赤眼蜂
7/18	8	33	81.8	18.2	—
7/21	6	19	89.4	10.5	—
7/23	10	24	58.3	29.2	12.5
7/27	11	26	80.7	15.4	3.8
8/1	12	29	62.1	20.7	17.2
合计	47	131	74.05	19.08	6.87

注：调查地点南堤大队。

表23 二代玉米螟卵寄生蜂蜂种鉴定结果

1980年，顺义县植保站

采卵日期 (月/日)	采卵块 数	鉴定雄 蜂 数 (头)	松毛虫赤 眼 蜂 (%)	玉米螟赤 眼 蜂 (%)	采卵日期 (月/日)	采卵块 数	鉴定雄 蜂 数 (头)	松毛虫赤 眼 蜂 (%)	玉米螟赤 眼 蜂 (%)
7/21	6	17	52.9	47.1	7/29	8	24	12.5	87.5
7/22	6	14	64.3	35.7	7/31	5	41	12.1	87.8
7/23	2	3	100	0	8/2	9	54	11.1	88.9
7/25	8	45	46.7	53.3	8/3	4	25	8.0	92.0
7/26	2	5	100	0	8/6	8	20	5.0	95.0
7/27	1	2	100	0	8/9	6	45	2.3	97.7
7/28	6	23	65.2	34.8					

蜂的雌雄性比是不同的，前者约为8.2582，后者约为3.4775。上面所说的鉴定是以雄性外生殖器的特征为依据，这种方法只能用于种类的区分，而不能作为说明种群数量的依据，因此本文上面

所谈回收鉴定结果都有误差，也就是松毛虫赤眼蜂的数量被缩小了，这样的鉴定结果只能作为参考，并不能当作检验松毛虫赤眼蜂寄生效果的真实数字来加以确认。

为了研究松毛虫赤眼蜂对二代玉米螟卵的寄生能力，解决松毛虫赤眼蜂放出后是否保留在玉米田间发挥治虫作用，1980年本站与顺义县植保站、中国农业科学院原子能利用研究所合作，进行了用 ^{32}P 标记松毛虫赤眼蜂的试验。共标记90万头成蜂，每亩放蜂3万头，共放30亩，在放蜂有效期内（即7月15—30日）每隔两天从田间采一次寄生卵，共回收寄生卵87块，经用Fj6200型低本底仪器测定，100%寄生卵带有 ^{32}P 同位素的能量。这个试验进一步证明了松毛虫赤眼蜂对玉米螟卵有很强的寄生能力。

（五）影响松毛虫赤眼蜂治虫效果的主要因素

在大面积应用松毛虫赤眼蜂防治玉米螟的过程中，有的反应效果好，有的反应效果差，这种效果不稳定的情况确实存在。对此我们要加以分析，不能以此来否定松毛虫赤眼蜂的应用价值。造成放蜂效果不稳定的因素很多，从繁蜂、冷藏到放蜂，无论哪个环节忽视了技术要求都会导致放蜂效果的降低甚至失败。除了我们不能控制的气象因素以外，影响放蜂效果的最主要的因素是繁蜂质量和放蜂技术。

繁蜂过程中往往有忽视质量的情况出现，在冷藏过程中也常因主观和客观的原因影响到蜂的质量，主要表现在寄生率低、出蜂率不高、蜂体弱、寄主卵干瘪，甚至变质等。为了保证放蜂效果，我们制订了全市统一的繁蜂质量标准。规定的指标是寄生率80%；羽化率80—90%；变形个体0—10%；羽化历期5天；寿命3—5天；雌雄性比85：15；单雌产卵50粒以上。要求各赤眼蜂生产单位改善生产条件，提高技术水平，严格执行操作规程，加强质量检查，保证提供合格的赤眼蜂。经过努力，各单位生产赤眼蜂的质量都有所提高，但是由于技术水平和设备条件的限制，加上个别忽视质量的现象继续存在，质量不好的问题还没有

彻底解决，提高育蜂质量仍是我们努力的目标。

关于放蜂技术，主要是放蜂期、放蜂量与放蜂次数问题。总结几年的实践，防治一、二代玉米螟在卵初见期开始放蜂较为合适。二代玉米螟发生期预测（即放蜂期预测）采用一代幼虫发育历期推算法，基本是准确的，可以继续采用。应根据预测的放蜂适期做好一切放蜂准备工作，保证按时按量按质把蜂放出去。

关于放蜂次数与放蜂量，一代与二代是有区别的。总结各单位的试验结果，防治一代玉米螟应放蜂4—5次，每亩放蜂总量不少于5万头。防治二代玉米螟应放蜂2—3次，每亩放蜂总量2—3万头，放蜂次数一般以三次为好，不能少于二次，放蜂量不能少于2万头。为了保证足够的放蜂量，必须注意所用蜂卡的质量，根据其寄生率、羽化率等对实际所需蜂卡数量进行校正，只有保证有足够数量的壮蜂放到田间，才能保证较好的防治效果。

（六）结论

通过几年大面积放蜂实践与对松毛虫赤眼蜂应用效果的考察、研究，我们有以下几点看法。

1. 应用松毛虫赤眼蜂防治二代玉米螟的效果是完全可以肯定的。不管当年自然寄生率高低，放蜂田卵块与卵粒寄生率一般皆可稳定在70%以上，百株虫量一般都可减少50%以上。与化学防治相比，松毛虫赤眼蜂的效果一般相当于心叶末期撒施0.5%林丹颗粒剂。

2. 二代玉米螟前期有效卵占二代总有效卵的50—100%，一般年份自然寄生率较低，我们人工释放松毛虫赤眼蜂正是作用于这部分卵，所以不管当年自然寄生率高低，都能取得较好的压低虫口和保产的效果。而且把人工释放松毛虫赤眼蜂控制前期螟卵与保护利用自然天敌控制后期螟卵结合起来，对防治二代玉米螟不但是有效的，也是经济合理的，有很大的实际应用价值。

3. 一代玉米螟卵量高、自然寄生率很低、当时气候条件干旱，应用松毛虫赤眼蜂效果优于玉米螟赤眼蜂，有进一步推广应用

的价值。

4. 过去人们在7月底8月上旬以后从放蜂田回收寄生卵鉴定蜂种,松毛虫赤眼蜂所占比例很小,这是事实,但是不能作为怀疑和否定松毛虫赤眼蜂防治玉米螟效果的依据。只有对于放蜂田寄生卵系统回收鉴定的结果,并考虑两种蜂种雌雄性比造成的误差,才能正确地反映松毛虫赤眼蜂发挥作用的全过程,给我们以正确评价松毛虫赤眼蜂效果的依据。

5. 松毛虫赤眼蜂不是本地自然优势蜂种,人工释放后,不能在田间保持长期的优势种群,这是它的缺点。但是它在放蜂出蜂阶段可以形成短时期的数量优势,形成寄生优势,可以对二代玉米螟前期卵和一代玉米螟卵起到有效的控制作用,并且具备容易大规模人工生产的优点,所以大面积上得到推广。玉米螟赤眼蜂是本地自然优势蜂种,起到控制二代后期和三代螟卵的作用,但是它在防治一代玉米螟中表现不如松毛虫赤眼蜂效果好,特别是大规模人工生产比较困难,目前尚不能大面积推广。鉴于这种情况我们认为,就当前来说松毛虫赤眼蜂比玉米螟赤眼蜂对于玉米生产有着更加突出、更加实际的意义。这里并不存在以一个否定另一个的问题,任何时候以一个否定另一个都是片面的、错误的,因为人类消灭害虫的手段愈多愈好,以供人们选择制订最有效、最经济、最合理的防治方案。

6. 通过系统蜂种鉴定一代玉米螟人工释放松毛虫赤眼蜂后,在田间可形成稳定优势种群,二代期只能在放蜂、出蜂阶段形成优势种群,以后逐渐被自然蜂取代,这种现象形成的原因是由于环境条件所致,还是因为种间竞争的结果有待进一步研究。

人工饲料饲养蓖麻蚕的研究*

广东省农业科学院植保所 刘志成 吴锦泉 王贵儒

广州市生物防治站 伍时谦 邝锡林 谭丽婵

广东省顺德县沙滘公社生物防治站 陈德金 曾继初 梁裕芬

蓖麻蚕蚕卵是培育赤眼蜂、平复小蜂的良好寄主，其茧丝又是一种良好的绢纺原料。利用赤眼蜂防治多种农林业上的害虫，已在全国很多农林作物上推广应用。因而赤眼蜂的人工大量繁殖便成为生产上的急需。迫切要求有大量的繁殖赤眼蜂寄主卵。但由于利用蓖麻叶、木薯叶等鲜叶饲养蓖麻蚕，受到地区和季节时间的限制。如每年各地早春才种蓖麻和木薯，种后三个多月才能养蚕，每批蓖麻蚕需近二个月，加上繁殖赤眼蜂，共需半年时间。害虫多在早春回暖开始羽化飞出，繁殖赤眼蜂已赶不及在大田生产上应用，到蓖麻和木薯长得枝叶茂盛时，放蜂季节已结束，叶子不养蚕便造成浪费，养蚕不能将蚕卵进行综合利用，养蚕的价值亦相对降低。如每年各地把大量蓖麻叶和木薯叶生长最多时（特别冬季来临前），采下晒干保存，根据赤眼蜂繁殖利用需要来用人工饲料养蚕，每批用新鲜蚕卵来繁殖赤眼蜂，这样可减少人工大量冷藏蚕茧或蚕卵的费用，避免蚕茧蛹和卵冷藏变坏，出现繁蜂质量变劣的情况，经常用新鲜卵繁蜂，繁蜂的数量和质量也有保证。如将来把养蚕实行机械化饲养，繁蜂机械化生产，则赤眼蜂的大量繁殖更有保证。因此，人工饲料饲养蓖麻蚕，对人工大量繁殖赤眼蜂和蓖麻蚕本身事业的发展，都是一项

* 王志勇、蒋启荣、邝玉葵、陈强等同志参加本项目部分工作。

较重要的工作。日本早在1966年开始试验,1970年正式成立信光技研公司进行这方面研究,1974年已有14—15个公司进行人工饲料机械养蚕的研究,目前因成本高,未能应用于生产。

近十多年来,国内一些单位已先后开展了人工饲料饲养蓖麻蚕的研究,取得了一定的进展。但存在的主要问题是人工饲料配方复杂,用化学药品多。据近年国内研究,以能连续饲养成功的配方计,一万头蚕需维生素C500克,便需58.8元;肌醇200克,需84元;氯化胆碱160克,需14.08元;山梨酸200克,需92.8元;还有核黄素、尼克酸、盐酸吡哆醇等未计算在内,已达249.68元,成本高,难以应用于生产。一些地方配方简单的,则成活率低,且不稳定,难以连续饲养下去。

我们从1978年开始,通过200多个配方的筛选,找出了三个成本低的配方。选出了适于人工饲料饲养的蓖麻蚕品种六个,加上养蚕工具的改革,通过一年多连续十五批饲养,成活率平均达70.08—97.7%。其经济性状、产卵量均不比鲜叶饲养的差。用人工饲料饲养的蚕卵繁蜂,释放防治甘蔗螟虫,效果亦良好。

一、蓖麻蚕人工饲料配方的研究

(一) 配方成分

根据蓖麻蚕的生长发育需要,并考虑到材料来源容易,成本低廉,制造方便的原则,选出了下列三个配方,见表1。

(二) 人工饲料饲养蓖麻蚕的结果

应用上述配方,从1979年6月7日开始,至1980年11月9日止,经一年五个月连接十五批的较大量饲养,结果见表2。

从表2结果可看出,十五批连续饲养结果表明:每批幼虫饲养历期和鲜叶差异不大,幼虫成活率变化幅度均在70.08—97.70%内,茧层率、羽化率均和鲜叶接近,平均每雌蛾产卵量平均亦不低于鲜叶,仅个别批数因保蛹不善,造成一定差异。

表 1 蓖麻蚕人工饲料配方

配 方 成 分	配 方 编 号		
	1	2	3
木薯叶粉 (克)	60.0	80.0	80.0
黄豆粉 (克)	15.0	0	0
木薯粉 (克)	15.0	15.0	15.0
麦麸 (克)	10.0	10.0	0
酵母片 (克)	0.5	1.0	0.5
鱼粉生长素 (克)	2.0	2.0	0
柠檬酸* (克)	0.5	0.5	0
丙酸 (毫升)	0.5	0.5	0.5
石花菜 (克)	2.0	2.0	2.0

* 上表三个配方中的丙酸、柠檬酸在蓖麻蚕 1—3 龄用，石花菜在 1—4 龄用。

木薯叶粉亦可用蓖麻叶粉、鹤木叶粉代替。

防治蓖麻蚕软化病用氯霉素胶囊（每粒含氯霉素 25 万单位），一万头蓖麻蚕 2 龄时用一粒；3、4 龄用 2—3 粒，各用一次；5 龄每次 4—5 粒（如设病可不用，如发病较多，则应连用 2—3 次，每天一次）。

（三）配方配制方法

1. 叶粉种类与收集保存 将蓖麻、木薯、或鹤木的未变黄的青绿叶片，不带叶柄采下，立刻在太阳下晒干或用 60℃ 烘箱烘干，用麻袋装好，再加一层尼龙薄膜袋密封，放在荫闭干燥通风常温房内保存，可保存 6—9 个月。使用时，用饲料粉碎机粉碎，饲养 1—4 龄的，过 60 目筛孔；饲养 5 龄的，不过筛，所得叶粉用尼龙袋密封包装待用。

2. 黄豆、麸皮、木薯叶粉等材料，亦用粉碎机粉碎，过 60 目筛孔。酵母片、柠檬酸亦要研碎成粉状。密封保存。

叶粉、黄豆粉、麸皮、木薯粉等材料，均不能用发霉变质、

表2 蓖麻蚕人工饲料饲养结果

饲养日期	批次	配 方	试验头数	幼虫历期(天)	成活率(%)	茧层率(%)	羽化率(%)	平均产卵量(克/蛾)
1979年 6月7日—27日	1	鲜叶对照	374	17—20	97.7	10.98	90.46	0.293
			153	18—20	88.9	12.32	86.0	0.50
7月11日—8月4日	2	1 鲜叶对照	214	20—25	82.24	13.44	76.59	0.40
			200	21—25	78.50	11.46	78.06	0.42
8月3日—9月4日	3	一方(选广)	116	21—24	91.20	13.75	90.50	0.42
		一方(广乙)	576	20—23	87.22	14.43	92.44	0.58
8月13日—9月4日	4	1 鲜叶对照	1406	18—22	91.25	13.36	85.43	0.60
			185	18—22	82.16	13.21	82.79	0.44
9月4日—24日	5	1	245	1	78.36	14.93	1	1
9月9日—10月14日	6	1 2 3 一方(选广) 一方(广乙) 一方(高州一) 鲜叶对照	1006 438 586 2641 1456 341 425	23—25 23—27 23—27 23—28 23—27 23—25 23—25	92.14 92.24 87.54 88.63 88.73 70.08 88.71	13.94 15.24 14.45 14.20 13.99 13.12 13.16	83.53 89.54 93.55 90.52 86.45 88.97 85.91	0.73 0.83 0.87 0.79 0.88 0.78 0.74
11月7日—12月25日	7	1 2 3 一方大量 三方大量 鲜叶对照	393 375 397 417 6328 400	44—46 44—46 44—46 43—46 43—46 44—48	91.60 96.13 84.38 1 1 83.75	14.34 13.74 14.47 13.98 14.36 15.58	49.68 56.33 66.67 74.48 85.17 35.51	0.60 0.62 0.61 0.58 0.62 0.53

(续)

饲养日期	批次	配 方	试验头数	幼虫历期(天)	成活率(%)	茧层率(%)	羽化率(%)	平均产卵量(克/蛾)
1980年 1月8日—2月4日	8	三方(高州一)	157	28	86.62	14.66	79.70	0.46
		一方(高州一)	125	28	86.40	15.34	66.19	0.37
		鲜叶对照	100	28	37.00	14.46	43.24	0.17
2月27日—3月19日	9	三方(选广×广乙)	625	23	94.72	13.80	74.15	0.82
		鲜叶对照	200	23	74.50	14.13	42.28	0.60
4月21日—5月14日	10	一方(656本)	911	23	88.69	12.96	70.0	0.38
		一方(681)	426	23	66.20	12.46	60.0	0.553
		一方(特684)	1844	23	74.40	11.85	74.5	0.477
		鲜叶对照	321	23	53.58	1	58.0	0.468
5月26日—6月18日	11	一方(尼龙袋)	3939	22	87.18	11.71	62.3	1
		一方(木薯叶粉)	480	22	80.00	12.21	72.6	1
		鲜叶对照	400	22	90.00	12.62	70.0	1
7月6日—7月23日	12	一方(木薯叶粉)	850	17—20	95.65	12.40	83.0	0.265
		一方(尼龙袋包装)	370	17—21	81.89	13.33	81.50	0.386
		鲜叶对照	60	17—20	76.67	13.79	87.0	0.756
7月6日—7月23日	12	会议代表养1—3龄	3329		83.85	1	1	1
		会议代表养4—5龄	6341	17—20	88.61	12.96	1	0.266
8月2日—8月19日	13	一方(木薯叶粉)	560	16—21	87.5	14.0	86.91	0.515
		鲜叶对照	140	19—23	90.0	13.64	30.0	0.595
9月8日—9月28日	14	一方(木薯叶粉)	694	20—24	76.80	14.59	86.50	0.364
		鲜叶对照	472	20—23	65.25	16.74	86.00	0.664

(续)

饲养日期	批次	配 方	试验头数	幼虫历期(天)	成活率(%)	茧层率(%)	羽化率(%)	平均产卵量(克/蛾)
10月19日—11月9日	15	一方(木薯叶粉)	1100	20—24	95.0	10.80	92.50	0.617
		一方(尼龙袋包装)	6000	21—25	79.70	11.57	88.00	0.327
		鲜叶对照	400	19—23	97.50	13.33	92.20	0.63

虫蛀变坏的，否则会引起蚕儿大量发病死亡。

石花菜防腐液的制备方法：先将石花菜在清水内洗净，按1000毫升水加20克石花菜的比例煮溶，然后加入30%醋精33毫升或74.08%丙酸5毫升于溶液内，拌匀冷却即可。

3. 饲料配制方法 将上述材料按表1配方分量秤好，倒入大器皿中拌匀。亦可倒入饲料拌料机(图24)拌匀，用尼龙袋装好，密封存放。

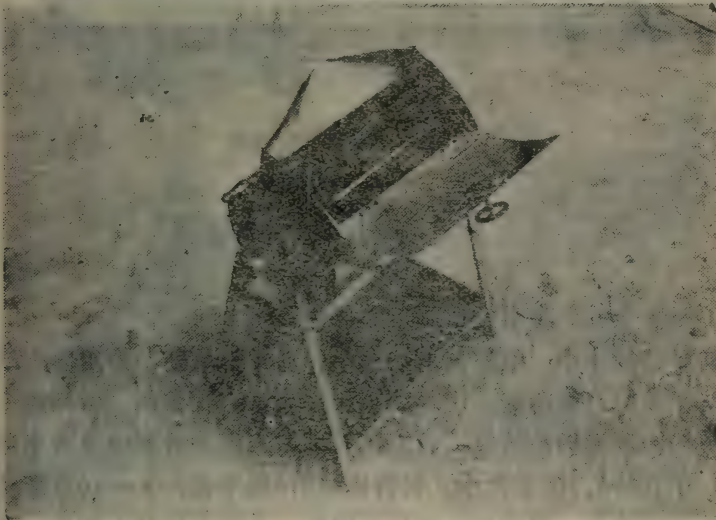


图24 人工饲料拌料机

养1—4龄蚕时，将已配好的干饲料放入白色洁净的塘瓷盘中，加入石花菜防腐液，干饲料和石花菜防腐液的混合比例为1:1.7，把饲料混成团状，水分多少，可视大气湿度高低而适当增减。人工饲料切条大、小可根据蚕龄而异。

防软化病用的氯霉素、土霉素等，可先用少量凉开水稀释后加入石花菜液或饲料中，尽可能使在饲料中分布均匀。

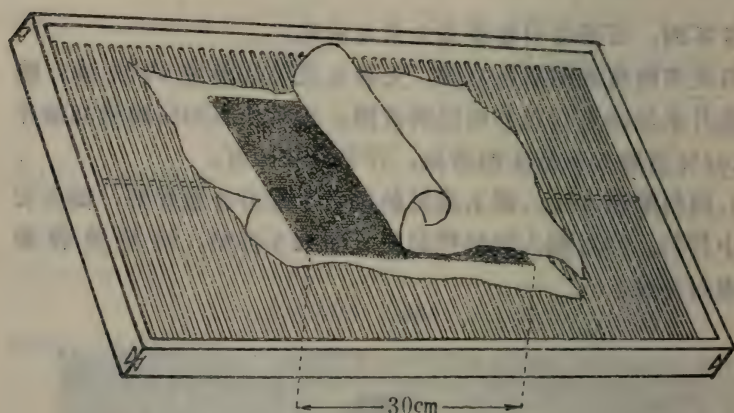


图25 小蚕防干纸竹筴饲育图

二、人工饲料饲养蓖麻蚕的方法

(一) 1—2龄小蚕工具及饲养法

初孵幼蚕体小，喂饲料切条要小，易干燥变硬，需用防干纸饲育。防干纸用白纸蘸腊，一张防干纸垫底，一张盖面，中间放一张长宽均30厘米的小竹筴。竹筴用0.15厘米宽，竹篾编成井字形小孔，小孔约0.3厘米大小，饲料切成0.5厘米宽，8—10厘米长条，放在竹筴上，把初孵小蚕引上饲料，小蚕在饲料上取食，蚕粪能漏在底纸上。小蚕不会跌落底部，换饲料时，拿起竹筴，倒

下吃剩饲料，清除底纸蚕粪便可。一般1—2天换饲料一次，每龄换竹筴一次。这办法能克服幼蚕期蚕体和蚕粪接触传染蚕病，造成以后大蚕爆发软化病大量死亡的危险。

(二) 3—5龄蚕饲养工具及饲养法

这时蚕体逐渐长大，到3龄第二天可以不用防干纸和竹筴，而是把蚕引下竹条制成的蚕框上。我们试制的蚕框长65厘米，宽43厘米，框内竹条粗0.5厘米，条距0.8厘米。当蚕到5龄时，条距可增至1.5厘米，每蚕框能养大蚕200条左右。

我们已制成一套蚕框蚕架。人工饲料按蚕体的大小，切成1—2厘米宽，8—10厘米长，放在蚕框上，每天换饲料一次，蚕粪自行漏下框底，有一条传送带可把蚕粪收集传送出去，可节省清除蚕粪人力。用竹条框养蚕，蚕儿多躲在框底，伸出蚕头向框面饲料取食，符合蚕在自然界取食习性，因而蚕体生长良好。

用人工饲料饲养蓖麻蚕，生长发育历期和鲜叶饲养的差异不大。但所用饲养的竹框一般要2天左右换一次，及时清洁消毒。养蚕期间的温湿度及控制眠起齐一的方法、蚕结茧化蛹、采茧保蛹方法，均要按鲜叶饲养方法一样进行。

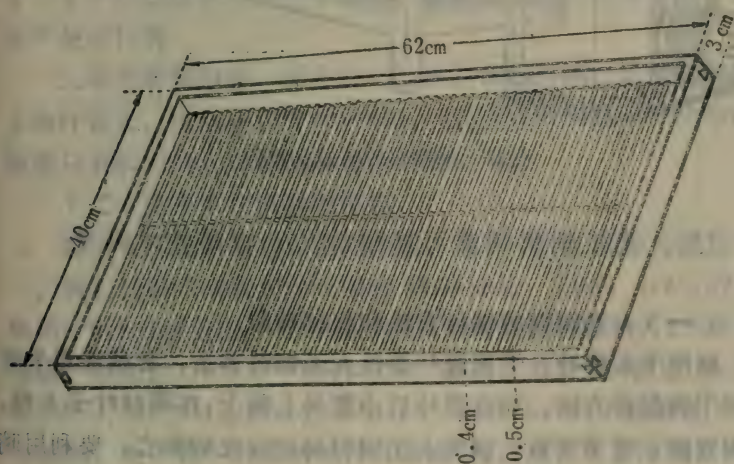


图26 蚕框构造图

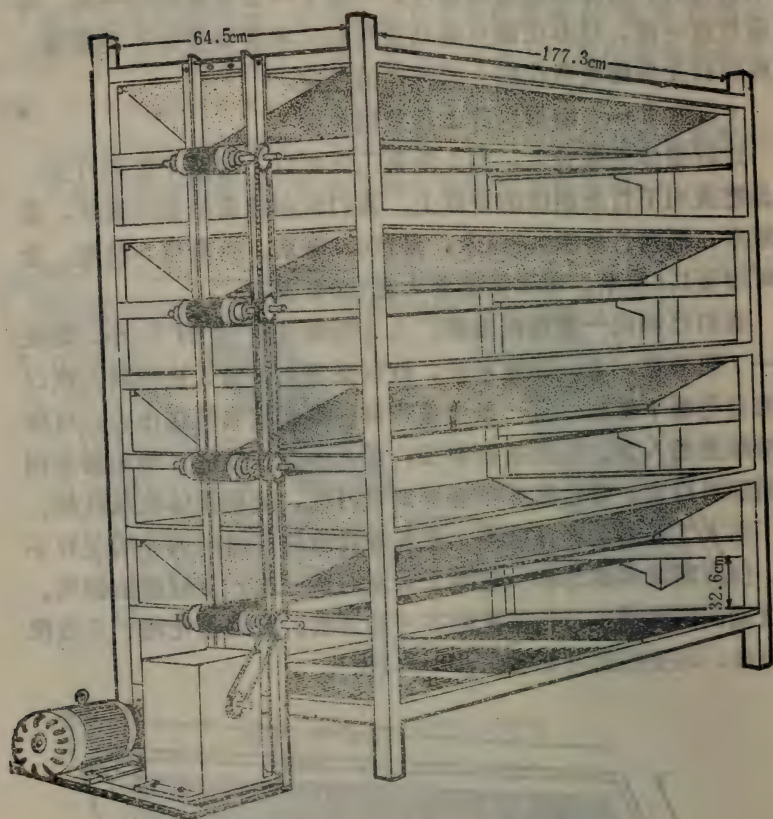


图27 蚕架和自动排粪装置

三、人工饲料饲养蓖麻蚕的几个重要技术环节

(一) 人工饲料的保存方法和保存期限

应用于木薯叶、干蓖麻叶等做人工饲料养蚕，必须注意采叶后晒干和保存方法。如在采叶后不能马上晒干，在晒时叶子太厚，堆积发酵，叶子变质，制成人工饲料易使蚕发病死亡。要利用晴天干燥季节采叶，2—3天内晒干，马上包装密封保存。

保存方法和保存期限有重要关系，我们曾于1979年11月15—23日，在木薯叶大量收获季节，收获了近一万斤干木薯叶，分两种处理：一种是晒干后即用麻袋包装，再加上尼龙袋密封保存；另一种是只用麻袋包装保存，均放在较干燥的房间中，包内全期平均温度 24.82°C ，最低平均温度 21.9°C ，最高平均温度 27.9°C ，6月份最高温度为 35.5°C ，室内平均相对湿度为71.03%，平均最低为56%，平均最高为92%。每隔一定时间饲养一批蚕。分四种处理：麻袋套尼龙袋包装保存；麻袋包装保存；新晒木薯叶粉；鲜木薯叶对照，蚕种为广四。结果见表3。

从表3结果可看出：

1.麻袋装后套尼龙袋包装，保存274天（九个多月），养蚕世代历期和鲜叶、新晒木薯叶差异不大，成活率仍达90%；亦和鲜叶、新晒木薯叶相同，羽化率73.41%，比鲜叶、新晒木薯叶稍低，平均每雌产卵量比鲜叶降低30%，比新晒木薯叶降低20%左右，仍可以应用于生产。保存354天（约一年），成活率仍达84.18%，羽化率91%，比鲜叶和新晒木薯叶稍低，差异仍较少，但平均每雌产卵量已降低近50%。应用于繁蜂生产，一般保持8—9个月已足够解决当年需要，因此这方法在养蚕繁殖赤眼蜂生产是可行的。

2.单用麻袋包装，保存274天，养蚕世代历期已比鲜叶和新晒木薯叶延长，成活率仅有48.75%，羽化率59.25%，平均每雌产卵量只有0.21%，这种包装办法不能采用。

（二）关于人工饲料的防腐

防止人工饲料在喂蚕期间变质，是养好蓖麻蚕关键技术之一，我们试用了市售的30%醋精稀释30倍、50倍；0.8%的苯甲酸钠；0.5%百菌清；0.5%代森联；0.5%的丙酸和0.2%的甲醛溶液。结果以0.8%苯甲酸钠和30%醋精30倍成活率达76.28—86.05%，和0.5%丙酸成活率82.24%相当，0.2%甲醛溶液（1龄不能用，会中毒）对成活率没有影响，但成虫产卵量降低近50%，

表3 叶质保存方法和保存期与养蚕关系

1980年

饲养期间	叶质保存日期			处理区名	饲养头数	幼虫历期 (天)	成活率 (%)	茧层率 (%)	羽化率 (%)	平均每雌 产卵量 (克)
	贮藏期	取出养蚕期	贮藏天数							
1980年8月2日至 8月19日	1980年8月2日	8月19日	17	新晒木薯叶	560	16—21	87.50	14.0	86.91	0.515
	1979年11月15日	8月19日	274	尼龙袋包装	400	17—23	90.0	12.6	73.41	0.415
	1979年11月15日	8月19日	274	麻袋包装	400	17—23	48.75	11.72	59.25	0.21
				鲜木薯叶对照	140	16—23	90.0	13.64	80.0	0.595
1980年10月9日至 11月9日	1980年11月1日	11月19日	18	新晒木薯叶	1100	20—24	95.00	10.80	92.50	0.617
	1979年11月15日	11月19日	354	尼龙袋包装	1100	21—25	84.18	11.96	91.0	0.317
	1979年11月15日	11月19日	354	麻袋包装	1000	25—29	10.0	11.50	0	0
	1979年11月15日	11月19日	354	尼龙袋包装大值	3000	21—25	79.70	11.37	88.0	0.327
				鲜木薯叶对照	400	19—25	97.50	13.33	92.20	0.63

看来不能应用。0.5%百菌清和0.5%代森联成活率仅37.74—41.75%，对蓖麻蚕有毒，也不能应用。

以上人工饲料防腐药剂种类，浓度一定要准确。过低，起不到24小时的防腐作用；过高，对蚕生长发育有影响。各地可根据来源易否、成本高低参照采用。

（三）关于人工饲料的化学药品代用问题

用人工饲料养蓖麻蚕，前人研究需加入维生素C、维生素B混合物〔包括氯化胆碱、肌醇、泛酸钙、叶酸、核黄素（B₂）、盐酸吡哆醇（B₆）、尼克酸、盐酸硫胺素等〕，这类药品成本较高，仅维生素C，每市斤需58.8元，是饲料成本高的主要因素。为了解决此问题，一方面我们从改进叶质保存方法，改进饲料配制方法，把传统的高温高压消毒改为生饲料即配即喂，以免养分受破坏；另一方面探索以农副产品为代用品来解决。如麸皮，据“日本标准饲料成分表”（1974）介绍，麸皮维生素成分有：（单位：毫克/公斤）胆碱1110、泛酸32.6、B₆ 11.24、B₂ 3.5、叶酸2.02、烟酸235.1、B₁ 8.9。

维生素的种类和化学药品种类与蓖麻蚕所需基本一致，因而使蓖麻蚕能同样获得所需的维生素。

（四）不同蓖麻蚕品种对同一人工饲料饲养成活率的关系

当前我国蓖麻蚕品种和品系较多，我们在进行人工饲料饲养蓖麻蚕的试验中，发现在同一人工饲料配方下，不同品种成活率有很大的差异，我们进行了详细的品种比较试验。

第一批采用了七个品种，用第一配方饲料，于1979年8月3日至8月底进行试验，结果见表4。

从表4结果可看出：不同蓖麻蚕品种对同一人工饲料饲养蓖麻蚕的成活率有明显的不同。选广、广乙两品种的成活率最高，分别为91.2%和87.32%，全茧量、茧层率、产卵均较高；其次为高31号品种，成活率76.65%，全茧量和茧层率亦较高，羽化率和产卵量均高。其余四个品种各项指标均不理想。624品种最差。

表4 不同蓖麻蚕品种对同一人工饲料饲养的成活率

品 种 名 称	试 验 头 数	幼 虫 历 期 (天)	成 活 率 (%)	全 茧 量 (克)	茧 层 量 (克)	茧 层 率 (%)	羽 化 率 (%)	平均每雌产 卵 量 (克)
选 广	116	21—24	91.2	3.49	0.48	13.75	90.50	0.42
广 乙	576	20—23	87.32	3.37	0.49	14.54	92.44	0.58
高31号	484	22—25	76.65	3.12	0.43	13.78	94.61	0.61
小花白南	507	20—25	66.86	3.07	0.35	11.40	92.33	0.33
南 一	62	21—25	59.67	3.03	0.35	11.55	83.80	0.28
高 广	178	21—24	49.43	2.77	0.37	13.36	80.70	0.24
624	129	21—24	38.0	2.87	0.40	13.94	77.55	0.15

第二批进行了20个品种的试验，有广四、656丙、656木、特684、高31号、681、试四、碳激、超684、印白黄、印青黄、试二、6708、624、110甲、南一、小花白南、621、广花黄、选广雌×广乙雄等。结果表现好的品种有广四、656丙、656木、特684四个品种，成活率在74.4—91.42%；有九个品种成活率在60%以下。

通过两批品种试验，选出了适应人工饲料饲养的品种六个。使人工饲料饲养蓖麻蚕的成活率得到稳定和提高。

以上四个问题均是人工饲料饲养蓖麻蚕的重要技术关键，必须在实践养蚕中认真重视，才能保证人工饲料饲养蓖麻蚕取得稳定而高的成活率。

四、关于蓖麻蚕人工饲料的食下量和成本问题

(一) 人工饲料饲养蓖麻蚕的食下量试验

每养一万头蓖麻蚕(一合蚕种)，需要多少人工饲料，每万头蚕每龄实际食下量多少，是养蚕备料、合理喂饲、不饿蚕和不

浪费饲料的重要问题。我们于1980年1月进行四个小区试验，品种为高31，结果如下表5：

表5 人工饲料饲养蓖麻蚕万头食下量调查

试区处理	每龄食下量（斤）					
	一龄	二龄	三龄	四龄	五龄	共计
第一试区	0.196	0.612	3.55	15.08	151.01	170.448
第二试区	0.220	0.820	3.64	17.86	184.72	207.260
第三试区	0.213	0.610	3.71	16.57	172.34	193.443
第四试区	0.210	0.701	3.45	16.18	188.75	209.291
鲜鹤木叶对照	0.660	3.020	13.38	78.95	457.14	552.20

上述四个试区平均每万头蚕全龄需人工饲料195.11斤，与前人研究提出的180—220斤接近。在人工饲料饲养时，按每龄蚕食下量备料，给料喂饲，可避免给食过多造成浪费和饲料不足影响蚕儿生长发育。

（二）关于人工饲料养蚕成本问题

这是关系到能否应用于生产的问题，养一万头蚕以200斤饲料计，如用化学药品较多，是难以过成本关的。

我们研究提出表1的三个配方，以市售牌价计算，其成本见表6。

从表6可看出：配方一成本为35.04元，配方二为34.91元，配方三为29.11元，比前人研究需化学药品较多的配方降低成本近90%。

用人工饲料饲养蓖麻蚕，据我们实养结果，每万头蚕可收得蚕茧蛹55.5斤。蚕茧壳我省国家收购蛾口茧每斤2.96元，一万头可得蛾口茧7斤左右，约20元。可收蚕卵2斤，繁殖出赤眼蜂可供释放防治1000亩/次害虫用，折算每亩寄生卵费仅需1.5—2分钱，在生产上是低廉的。

表 6 蓖麻蚕人工饲料配方的成本调查表

成 分	配 方 编 号			实 际 用 数 量 (斤)			单 价 (元/斤)	金 额 (元)			备 考
	1	2	3	1	2	3		1	2	3	
木薯叶粉	60	80	80	113.8	146.3	152.5	0.11	12.52	13.23	16.77	
黄 豆 粉	15			28.4			0.22	6.25			
木 薯 粉	15	15	15	28.4	27.6	28.0	0.23	6.53	6.12	6.12	
麦 麸	10	10		18.9	18.5		0.042	0.79	0.78		
丙 酸	0.5	0.5	0.5	19.5克	19.5克	19.5克	25.00	0.97	0.97	0.97	1—3龄用
柠 檬 酸	0.5			19.5克	19.5克		9.90	0.35			1—3龄用
鱼粉生长素	2	2		4.0			0.65	2.60	2.40		
酵 母 片	0.5	10.5		1.0	1.85	0.93	3.50	3.50	6.48	3.29	
石 花 菜	2	2	2	0.38	0.38		1.15	0.48	0.48	0.48	1—4龄用
氯 霉 素				5克	5克	5克		1.05	1.05	1.05	
共 计								35.04	34.91	29.11	

五、人工饲料饲养出的蓖麻蚕卵繁殖赤眼蜂和 田间放蜂效果比较试验

人工饲料养出的蓖麻蚕卵和鲜蓖麻（木薯）叶养出的蚕卵培养赤眼蜂质量有无区别，有无退化？繁蜂后释放到田间效果比较如何？这是检验人工饲料饲养蓖麻蚕卵能否用于生产的重要问题，我们进行了下述试验：

（一）人工饲料饲养的蓖麻蚕和鲜蓖麻叶饲养蚕卵繁殖赤眼蜂的质量比较试验

采用黄螟卵经室内繁殖七至八代蜂种，分同一蜂箱粘人工饲料蓖麻蚕卵和鲜叶蚕卵各半比较；同一蜂种、同一蜂量和接蜂时间，人工饲料蚕卵和鲜叶蚕卵比较试验，结果见表 7。

表7 人工饲料饲养蓖麻蚕和鲜蓖麻叶蚕卵繁殖赤眼蜂质量调查

处 理		繁殖卵粒 (粒)	卵粒寄 生率 (%)	卵粒羽 化率 (%)	平均每 卵羽化 蜂数 (头)	雌雄比	子代蜂 成虫寿 命 (小时)
同一蜂箱	接人工饲料蚕卵	1009	86.72	96.0	27.5	4:2.1	—
	接鲜蓖麻叶养的蚕卵	804	42.16	91.80	20.0	4:3.1	—
不同蜂箱	接人工饲料养的蚕卵(鲜卵)	10000	89.00	96.0	26.8	7:1	86
	接鲜木薯叶养的蚕卵(鲜卵)	10000	79.80	91.0	14.6	6:1	80
不同蜂箱	接人工饲料养的蚕卵 (已冷藏10天)	10000	86.10	95.0	—	—	48
	接鲜蓖麻叶养的蚕卵 (已冷藏10天)	10000	77.90	92.0	—	—	48
不同蜂箱	接人工饲料养的蚕卵 (已冷藏20天)	10000	74.70	94.0	15.8	6:1	52
	接鲜蓖麻叶养的蚕卵 (已冷藏20天)	10000	60.10	91.0	10.3	5:5.1	52
不同蜂箱	接人工饲料养的蚕卵 (已冷藏30天)	10000	68.1	91.0	14.0	6:1	48
	接鲜蓖麻叶养的蚕卵 (已冷藏30天)	10000	55.3	87.0	12.0	6:1	48

从表7试验可看出:

1. 同一蜂箱, 接人工饲料饲养的蚕卵寄生率高达96%, 平均每卵羽化蜂数为27.5头。而鲜蓖麻叶饲养的蚕卵寄生率仅42.16%, 每卵羽化蜂数20头, 卵寄生率提高近一倍, 每卵能培养出蜂数也较高, 说明卵粒不比鲜叶饲养的小。据我们观察, 人工饲料饲养的蚕, 其卵壳较薄, 卵面胶质较小, 赤眼蜂在同一环境下更喜欢寄生人工饲料饲养出的蓖麻蚕卵。

2. 在同一蜂箱、同一蜂种和比例下接种, 人工饲料饲养的蚕

卵的寄生率、羽化率、平均每卵羽化蜂数都比鲜叶饲养的蓖麻蚕卵为高，子代蜂成虫寿命亦稍长。

3. 关于耐冷藏性能方面 一般鲜叶饲养的蓖麻蚕卵，不用结冰冷藏，而用一般纸包冷藏，有效时间约30天左右。从上试验可看出，人工饲料饲养的蓖麻蚕卵用一般纸冷藏，和鲜蓖麻叶饲养的蚕卵比较，卵寄生率和平均每卵出蜂数均稍高，可见耐冷藏性能不低于鲜叶饲养的蓖麻蚕卵。

(二) 人工饲料饲养的蓖麻蚕卵和鲜蓖麻叶饲养的蚕卵，繁蜂作田间效果比较试验

我们于1979年9月选择两块秋植蔗田，分别释放人工饲料饲养的蚕卵所繁殖的黄螟卵赤眼蜂（据鉴定为拟澳洲赤眼蜂）和鲜蓖麻叶蚕卵繁殖同样蜂种的赤眼蜂，每亩放蜂量为6000头，另设一不放蜂对照区，放后7—9天调查，结果如表8：

表8 人工饲料饲养的蓖麻蚕卵和鲜蓖麻叶养蚕卵繁蜂田间效果比较

试 区 名 称	甘蔗条螟卵寄生率			甘蔗黄螟卵寄生率		
	调查总 卵粒数	寄生卵 粒 数	寄生率 (%)	调查总 卵粒数	寄生卵 粒 数	寄生率 (%)
人工饲料蚕卵区	361	340	94.18	25	23	92.0
鲜蓖麻叶蚕卵区	193	168	87.05	21	19	90.48
不放蜂对照区	539	363	67.35	23	3	13.04

从上表可看出：人工饲料饲养的蓖麻蚕卵繁殖出来的赤眼蜂，防治甘蔗条螟和黄螟，卵粒寄生率为94.18%和92%，与鲜蓖麻叶饲养的蚕卵繁蜂释放的效果接近或稍高，比不放蜂区的效果显著为高，说明用人工饲料饲养的蓖麻蚕卵，质量是可靠的，可以做为繁殖赤眼蜂的理想寄主。

(三) 关于人工饲料饲养的茧丝质量和鲜叶的比较

在广东省农业科学研究院蚕业所和广州绢麻厂的大力支持下, 1980年5月曾进行了化验, 结果见表9。

表9 人工饲料饲养蚕茧和鲜叶养蚕茧丝质比较

项 目	25克茧 壳数	化验 次数	丝素 (%)	束纤维 相对强 力(G/D)	纤维平 均支数 (m/g)	精干绵 回潮率 (%)	油脂 (%)	碱溶物 (%)	灰分 (%)
鲜叶饲养	43.8	2	87.92	2.97	52.00	8.3	0.71	6.41	1.28
人工饲料	36.0	2	83.09	2.90	48.70	8.8	1.23	7.98	1.16

化验单位: 广州绢麻厂化验室

审核者: 彭文裁

从上表结果可看出: 人工饲料饲养出的蓖麻蚕茧和鲜叶饲养出的蚕茧, 在纺织质量上差异亦不大, 一样可作纺织的原料。

米蛾饲养与利用研究

山西省农科院植保所 史光中 周运宁 赵俊生

米蛾 (*Corcyra cephalonica* Stamtan) 是一种鳞翅目、螟蛾科、蜡螟亚科的仓库害虫。米蛾幼虫不取食整粒粮食, 喜欢高温高湿。一般它只发生于南方粮食加工厂碾米机的出风口等有粉状粮食的地方, 而不容易在自然界中传播为害。米蛾卵是繁殖赤眼蜂的优良寄主, 也是饲养多种草蛉的良好饲料, 我国已有二十多个省、市、自治区开展了米蛾的饲养利用工作。因此, 加强米蛾饲养利用的研究, 对发展生物防治, 具有一定的现实意义。

一、饲料的准备

饲养米蛾的主要饲料为米糠或麦麸, 再配上面粉、玉米面, 大豆粉或豆腐粉等, 各地可就地取材, 因地制宜。中国农业科学院生物防治室研究认为, 在麦麸为主的饲料中, 加粮食细面10%或粮食细面和大豆粉各5%饲养米蛾, 效果良好。出蛾率56—62%, 雌蛾率为54—60%, 每雌产卵126—141粒, 每斤饲料出蛾846—940头, 得卵65000—74000粒, 繁殖倍数可达43—49倍。我们从1978年开始饲养米蛾, 繁殖倍数一直未突破42倍, 1979年至1980年进行了不同配方饲养米蛾的试验, 饲料用87%麦麸, 13%精饲料, 精饲料分为玉米面、面粉、豆腐粉或三者各占三分之一(混合)做了四个处理, 三次重复。结果以豆腐粉最好, 混合的次之。可见蛋白质含量高的饲料对米蛾繁殖具有良好作用。

1980年9月结束的大批米蛾饲养中, 采用了混合配方, 饲料

中麦麸占87%，面粉占3%，玉米面和豆腐粉各占5%，繁殖倍数达到43.95倍。每斤饲料收卵4.03毫升，即6.45万粒。单独抽取五合调查，繁殖倍数达63.60倍，单雌产卵量为280粒。实践证明，精饲料配方的好坏，对产卵量影响极大。

饲养米蛾的饲料，需经过消毒。米糠可放在铁锅加温炒至60℃，即到烫手为止；麦麸可用高压消毒锅，笼屉蒸气20分钟等方法。消毒后的饲料要加水15%左右，然后和精饲料搅拌均匀。过去这些工序都采用手工完成，费时费工。我们参考了农药拌种机、混凝土搅拌机及和面机的结构原理，研制了米蛾饲料搅拌机。

使用搅拌机应将消毒后的饲料按配方比例先投入搅拌筒内、水箱内灌满水，并启动打气机构充足气。喷水龙头每分钟加水速度为1000毫升，因此拧开喷头后，应根据需水量，控制喷水时间。开动犁刀转动后，五分钟即可搅拌均匀。出料时打开出料口，继续转动犁刀，三分钟即可将96.75%的饲料送出搅拌筒，经搅拌机处理的饲料即可供接卵饲养。使用该机搅拌饲料，减少了粗饲料消毒之后摊晾、捣碎、过筛等工序，并将加水、搅拌一步完成，比手工提高工效26倍，且大大减低了劳动强度。

二、米蛾的饲养

米蛾是喜欢高温高湿的昆虫，饲养时以温度27—30℃，相对湿度70—80%最好。饲养室的建造应本着勤俭节约的精神，满足保温保湿通风透光，不让成虫飞出，防止老鼠、蚂蚁杂虫等有害。在这方面各地都有丰富的实践经验。山西省沁水县生防站，在大房间内又建造了一个长和高2.5米，宽2米的小屋，屋内砌小火炉，使烟囱通过空心墙壁送往屋外。火炉上放水锅加湿，冬季保持26℃，相对湿度75—80%。只用了1500块砖，30多元钱。1979年以来每年繁殖米蛾500多盘，收卵3000多万粒。太原市南郊生防

站，在36平方米的大房间内，用0.2—0.3厘米厚聚丙烯塑料板搭成2米高的木架饲养室，室外生火炉，室内建火墙，暖墙炭火加温，电炉坐水补湿，数九寒天，外界自然温度为零下10℃左右，饲养室日平均温度可达24—30℃，最低温度23℃，日平均湿度50—93%，平均70%左右，基本上满足了米蛾饲养条件。河北果树所植保室，把火墙改为火坑，即把整个米蛾室地上搭成火炕，认为有利于调节室内温度，又能使全屋受热均匀。中国农业科学院生物防治室在一间用两套继电器和导电表自动控制温度和湿度的室内，连续几年饲养米蛾都得到较好的结果，全套控制温湿度的费用不超过200元。后来在墙壁上粘上聚苯乙烯泡沫包装材料，对保温保湿起了良好作用。北京市植保所生防室和北京通县植保站则利用空调控制温湿度，为米蛾饲养创造了十分理想的条件。

饲养米蛾的工具具有簸箕、竹匾或配有20目铁纱盖的木合等。我们原来使用直径33厘米，高10厘米的筐箩，每个筐箩接饲料2斤。在接饲料前，要先在筐箩底垫一层纸，避免米蛾化蛹后茧粘在缝内不易清除。后改用安有20目铁纱盖的木质饲养盒，饲养盒长×宽×高为50×30×10厘米，底为五合板，四边为1厘米厚的木框。饲料直接放在木盒内，每合可投放饲料7斤，饲料厚度为7.17厘米，到羽化期可降至5.6厘米。为节约占地面积，我们将饲养盒放在铁木制成的架子上，分若干层。北京通县生防站将木盒直接重迭放在饲养室地板上，每次捕蛾要全部翻动一次，但充分利用了饲养室空间，而且不影响米蛾正常生长发育。

饲料的厚度对米蛾的羽化率影响很大。我们于1979年做了不同饲料厚度饲养米蛾比较试验，每盒接饲料7斤和3.5斤，羽化初测得饲料厚度为5.6厘米和3.1厘米，三次重复，分不同羽化期抽样调查每天羽化出蛾头数，厚度3.1厘米的比5.6厘米的出蛾率增加53.73%至133.33%，见表1。同时调查了5.6厘米厚度饲养盒内，米蛾在饲料内不同部位分布规律及发育情况。取样分上、下两层、木盒边沿、中间两部位，每一部位三点（三重复），每点

表1 差异显著性对比结果表

时 间 处 理		前期(10天)	中期(9天)	中后期 (6天)	后期(10天)
饲料厚度	3.1厘米	13头	7头	6头	9.3头
	5.6厘米	8头	3头	3头	6.7头
	显著性对比	++	++	++	+
出 蛾 率	3.1厘米比5.6厘米增加的出蛾率(%)	62.5	133.3	100.0	53.7

注：结果数字，头数为每次试验，三次重复，每天平均羽化出蛾头数。

出蛾率为3.1厘米比5.6厘米增加的出蛾率。

饲料体积 $10 \times 2 \times 2$ 平方厘米，计数幼虫和茧的头数，结果边上、中上、边下、中下四点所占总数的百分率，幼虫为：45%、26%、19%、10%；茧为：55%、40%、2%、3%，结果见表2。

表2 平均数量分布及百分率对比表

部 位		边 上	中 上	边 下	中 下	小 计
幼 虫	头	79	45	34	17	175
	百分比	45.14	25.71	19.43	9.72	100.00
茧	粒	64	47	2	3	116
	百分比	55.17	40.52	1.72	2.59	100.00

注：数字皆为三次重复的平均数。

以上调查数据以配偶成对“t”值测定法测定差异是否显著，结果见表3。

表3 数量分布差异显著性测定对比表

部 位 果 态	上 与 下		边 与 中		边 与 上 中 与 上		边 与 下 中 与 下	
幼 虫	+	+	+		×	×	+	+
茧	+	+	×		×		×	
幼 虫 加 茧	+	+	+		×		+	+

注：符号标志：++为差异极显著。

+为差异显著。

×为差异不显著。

举例：幼虫，上与下，++，指幼虫在饲料内，上层与下层，不同层次分布数量对比，上层数量比下层数量分布，极显著地多。

我们又随机抽取各点幼虫共110头，测量体长，分析发育进度，基本一致。说明幼虫、茧活动集中于边沿和上层，它们需要通气良好的环境条件。因此，一次接饲料不宜太厚，以每盒3.5斤，即投放饲料时3.4厘米左右，羽化初期3.1厘米左右为宜。

不同的接卵方式，对米蛾饲养将产生不同的结果。我们曾于1979年9月分平撒（将卵撒在刮平的饲料表层，再浅浅地覆盖约0.3厘米厚一层饲料）；混撒（即将卵和饲料搅拌均匀饲养）两种方式进行比较，重复三次。于羽化时分前期、中期、中后期、后期四次抽样调查，计算每盒每天羽化出蛾头数，取三个重复的平均数，计算每斤饲料羽化头数，并以配偶成对“t”值测定法，进行差异显著性对比，结果见表4。

由表可见，接卵方式不宜用混撒，如混撒将会严重影响成蛾率。经计算，从羽化前期至后期，平撒比混撒提高出蛾率130—2.2%，其中前期中期、中后期平均增加出蛾率83.91%。中国农业科学院生物防治室研究认为，接卵后用少量饲料覆盖，较不覆盖出蛾率有显著提高，出蛾率增加14.5%。这些结果都说明幼虫喜欢

表4 不同接种 式差异显著性对比结果表

时 间		前期 (10天)	中期 (9天)	中后期 (6天)	后期 (10天)
处 理	结 果				
接 种 方 式	平 撒	12.9头	6.56头	6.17头	9.3头
	混 撒	5.6头	3.56头	4.50头	9.1头
	显著性对比	++	++	++	..
出 蛾 率	平撒比混撒 增加出蛾率(%)	130.36	34.27	37.11	2.20

注：结果数字，头数为每次试验，三次重复，每天平均羽化出蛾头数。

在通气良好的环境中生活，一次投入饲料不宜太厚，而在接卵时应将卵撒于饲料表层，但为了保持温湿度，有利于卵的孵化，幼虫的成活生长，则需要在卵上再浅薄覆盖一层饲料。

接卵量的多少，直接影响到幼虫的饲料分配。饲料内接卵太多，会影响幼虫正常生长发育和出蛾率；接卵太少，则浪费饲料。中国农业科学院生物防治室研究认为，过去小瓶接种两次饲养，即先在小瓶中放少量饲料，接卵饲养10天后，转入大饲养器内，放足饲料继续饲养至羽化。每斤饲料（麦麸90%，豆粉和大豆粉各5%，水分15%）接卵1500粒为宜。改为大盘（竹匾、木盒）一次饲养，即在大盘内一次放足饲料，接卵饲养至羽化，每斤饲料接卵量可达2000粒以上。山西省临汾地区植保站试验，每斤饲料（新鲜麦麸2/3，玉米面1/3，加水40%）接卵2500—3000粒，不影响幼虫的生长发育，又可充分利用饲料。

饲养米蛾的投料方式，各地因气候环境条件不同而不同。南方由于气温较高，湿度较大，饲料中不加水，可保持含水量13%左右。投放饲料要求少喂勤添，既要让幼虫吃饱，又不致于由于饲料长期过剩，滋长螨类、杂虫及霉菌。北方一般比较干燥，象

南方那样投料，容易失去水分，饲养效果不好。因此，过去采用小瓶接种，大盘饲养，饲料分两次投放。小瓶为容积500毫升的罐头瓶，装饲料2两，接卵3000粒，均匀撒在饲料表层。室温27—28℃，相对湿度70—75%条件下，米蛾卵3天孵化，10天左右移入大盘（簸箕、竹匾或木盒等），继续饲养至成虫羽化结束。经中国农业科学院生物防治室研究，大盘一次投放饲料饲养米蛾，比小瓶接种两次投料，出蛾率增加11.0—24.1%。于是北方大多采用大盘一次投料方法。根据幼虫在饲料内的垂直分布，集中于接近饲料表层的平面内的特点，为了提高单位面积的饲养量，1980年我们参照南方投料方式做了试验。试验分三个处理：（1）二次投料：每盒于4月30日投入3.5斤饲料，接卵9000粒，5月30日再投入3.5斤；（2）四次投料：于4月30日投入饲料3.5斤，接卵9000粒，然后分别于5月10日、20日、30日再各投入3.5斤饲料的1/3；（3）对照：每盒于4月30日一次投入3.5斤饲料，接卵4500粒。每一处理重复三次，分别统计单雌产卵粒、每斤饲料收卵量、每斤饲料成蛾头数、成蛾率和繁殖倍数。结果总产卵量二次、四次为对照的2.13倍和2.15倍。说明二次、四次投料虽然饲料厚度比对照增高一倍，但由于投料次数增加，既不影响米蛾正常生长发育，也不影响单位饲料产卵量，总产卵量则成倍增长。可见，二次和四次的投料方式是可取的。考虑减少工作量，提高工作效率，投料方式以二次为宜，见表5。

为进一步证实前面试验结果的可靠性，我们于这次米蛾羽化结束后，检查统计了米蛾茧在饲料内的分布情况。检查取样每点饲料面积为5×5平方厘米，分木盒边角、中心及不同层次，计数每一部位饲料内所含茧粒，重复三次取样，计算平均值，求每一部位占5×5立方厘米横截面上总茧粒数的百分率。结果见表6。

由表可见，对照2（上层）多于1（下层），二次和四次茧的分布，无论边角还是中心，90%以上集中在4（表层）。不论绝对数字，还是相对数字比较，从层次来看，由4到1（从上到

表5 不同投料次数饲养米蛾情况比较表

对比项目	对 照	二 次	四 次	F 值 测 定	
				处 理	重 复
单雌产卵(粒)	198	197	184	×	×
每斤饲料收卵(毫升)	4.08	4.35	4.38	×	×
每斤饲料成蛾(头)	689	680	760	×	+
成蛾率(%)	53.49	52.90	59.14	/	/
繁殖倍数	50.75	54.15	54.48	×	×
每盒平均收卵粒	228359	487315	490324		
增长倍数	/	2.13	2.15		

表6 不同投料次数饲料内米蛾茧的分布数量调查比较表

		边 角			中 心		
		对 照	二 次	四 次	对 照	二 次	四 次
4	粒	/	148	144	/	94	92
	%		90.80	91.14		94.00	93.88
3	粒	/	9	12	/	6	5
	%		5.52	7.60		6.00	5.10
2	粒	70	3	1	59	0	1
	%	89.74	1.84	0.63	92.19	0	1.02
1	粒	8	3	1	5	0	0
	%	10.26	1.84	0.63	7.81	0	0

下)逐次减少;边角多于中心。说明米蛾幼虫取食阶段,集中活动于表层,二次和四次投料,随着新饲料的投入,幼虫逐渐向新饲料表层移动取食,实践证明,由于幼虫取食面的增加,饲料比对照利用的更加充分。

三、捕蛾、收卵、去杂

大批量饲养的米蛾,羽化初期多为雄蛾,10—15天后雌蛾增加,并逐渐超过雄蛾,羽化期一般延续到四十天以上。成虫羽化多在夜晚,因此羽化期间一般每天早上收蛾一次。饲养米蛾,以捕蛾用工最多,约占80—90%,因此,各地对捕蛾方法做了大量改进工作。最初用试管收蛾,费时费工,再则鳞片飞扬,影响身体健康,后来改用鸡毛掸扫蛾,漏斗接蛾,污染环境严重,工作人员不得不戴口罩或防毒面具,而且仍然费工。接着,中国农业科学院生物防治室采用筛茧和集中羽化的办法收蛾,并做了推广。饲养米蛾采用铁纱盖木质饲养盒的地方。则根据米蛾成虫有一定的向上性,早上大部分停留在铁纱盖上,振动一下即可落下的特点,制做了振动式捕蛾器。捕蛾时只需轻轻用新铁纱盖换下饲养盒上爬有蛾子的铁纱盖,并将它移到捕蛾器上盖拍动几下,蛾子即通过塑料布漏斗及铁漏斗进入收蛾罐内。提高了效率,又比集中羽化时减少筛茧的麻烦,也避免了不小心碰伤幼虫和茧。1979年江苏省沛县制作了绳索牵引扫蛾装置,在饲养米蛾的大床上安有扫蛾器。扫蛾器顶端固定鸡毛,用以扫蛾,捕蛾时捕蛾器由绳索牵引,沿大床内轨道滑动,来回将蛾子扫出,送到大床两端的收蛾架内,使收蛾工效大大提高,而且防止了环境污染。

目前,我们已初步研制了一种笼屉式饲养捕蛾机(简称捕蛾机)。由离合器、轴承架、中心轴、r式支撑架、饲养捕蛾笼屉等构成。每台捕蛾机由十级饲养捕蛾笼屉组成,各级笼屉由联轴器连接中心轴,三根支撑腿连接r式支撑架组成一个整体。每级饲养笼屉

由底盘、笼屉盖、笼屉圈构成。笼屉盖中心有三个通气网，笼屉圈四周有三个可以开关的观察孔，沿切线方向有三个三角形捕蛾通道；中心轴上可安装四个赶蛾刷；捕蛾通道蛾子入口处，各有一个插板可供分次加料而调节高度，以防止饲养初期饲料太厚时漏掉；每台捕蛾机最底一级笼屉，捕蛾通道下安有插板，每天捕蛾时去掉插板，安上收蛾笼收蛾。

主要技术数据：每台捕蛾机外形尺寸为笼屉直径 \times 高， 700×1850 毫米；重量200公斤；操作人员2人；一批饲料投入量200斤；接卵量30万粒米蛾卵；赶蛾刷转速分100和200两变速；每次捕蛾时间六分钟；捕蛾率92.56%；比手工提高工效11倍。

说明：饲料由搅拌机搅拌均匀后，每台捕蛾机饲养一批米蛾，可投入饲料200斤，接卵30万粒，经幼虫饲养阶段，进入羽化期捕蛾时，每次转动六分钟，赶蛾刷即可将活跃蛾92.56%，由各级笼屉内赶入捕蛾通道，汇集于收蛾笼。经试验，机械赶蛾，不影响米蛾成虫寿命及产卵量，避免了人和米蛾的直接接触，防止了鳞片和糠屑四处飞扬，从而改善了劳动环境，保护了工作人员身体健康。同时，减少了手工捕蛾时，首先降温，防止蛾子太活跃，大批手工捕蛾后，还要在整个饲养室捕捉逃跑出来的蛾子等程序。比手工捕蛾提高工效11倍。

经1979年9至12月五次重复对比试验，求得手工和捕蛾机捕蛾，在产卵罐内产卵，成虫寿命及单雌产卵量（粒），平均寿命都是13.6天。单雌产卵量（粒）手工捕的蛾178.14，捕蛾机捕的蛾128.82，配偶成对用“t”值测定差异不显著。1979年11月15、16、18、19日四天四次重复（计数捕蛾机捕蛾头数）求得平均捕蛾率为88.86%，变异系数7.80%，试验可靠。由于同时测得每天捕蛾时不活跃蛾，即翅未展开或刚从茧内爬出的蛾子头数，占总蛾头数4%，捕蛾率88.86%，占活跃蛾的百分率为92.56%，故捕蛾机捕蛾率为92.56%。

捕蛾后我们将一天的蛾子收于一个收蛾罐内。罐筒为白铁

皮，盖和底全用20目铁纱制成，盖可开动，底离下面的筒口约1厘米，成虫在罐内产下的卵可自然落于罐外。每天早晨收集落在罐外的自然落卵后，再用毛刷把粘在盖和底上的卵粒扫下，分别贮用。经试验调查，米蛾成虫的寿命，日平均温度26℃，相对湿度60%左右，雄蛾8—23天，雌蛾5—12天。为了合理安排产卵收集天数及工具设备，1979年6月取9日、12日、15日、18日四天四批米蛾，做为四个重复处理，每天收一次卵，求得产卵量，计算出每天产卵量的百分率，累计产卵率，结果见表7。

表7 小批量雌蛾产卵情况调查统计表

产卵天 累计产卵率(%) 重 复	产 卵 天						日 平 均	
	一	二	三	四	五	六	温度(℃)	相 对 湿度(%)
A	37.08	58.71	79.12	89.01	97.66	100	28.9	78.96
B	45.05	70.87	85.88	94.89	99.40	100	29.7	76.5
C	55.83	82.63	93.79	98.62	99.01	99.75	29.17	74.2
D	41.23	61.01	88.22	95.49	98.28	99.54	28.4	76.55
平 均	44.79	63.35	86.75	94.50	98.59	99.82	28.6	76.55

1981年1月我们取1日、5日、7日羽化的成虫，每天捉三对，逐日早上收卵一次，计数单雌产卵粒数，总产卵粒数，求得单雌每天产卵量，累计产卵率，进行比较，结果见表8。

由调查结果可见，虽然雌蛾一般要连续产卵9—10天，但到第六天累计产卵量已超过90%，因此，收卵时间定为六天即可，如果日平均温度较低，则应延续1—2天。

米蛾产卵收集及卵粒去杂，糠屑、鳞片四处飞扬，引起工作人员咳嗽、皮肤过敏、红肿等影响人体健康，又污染环境。为此，

表 8 单雌产卵情况调查统计表

产卵天 累计产卵率(%) 重 复	一	二	三	四	五	六	七	八	九	日 平 均	
										温度(°C)	相对湿度(%)
A	49.58	61.59	72.27	82.93	84.73	90.29	92.56	97.39	99.01	26.86	58.45
B	1.51	43.13	56.97	81.7	92.38	96.4	98.74	99.9	100	25.9	59.6
C	7.79	26.27	53.83	63.15	77.74	85.63	96.72	97.38	98.63	26.4	58.3
平 均	19.66	43.66	61.02	75.93	84.95	90.77	94.67	98.22	99.21	26.38	58.78

我们于一九七八年开始，经邱式邦教授介绍，参照澳大利亚麦蛾产卵机的原理，研制了集中产卵机。

经对比试验，产卵机自然落卵粒比产卵罐略高，对好卵无损失。用产卵机机具刷卵，平均扫卵率98.38%，十分理想，三次重复试验对比，机刷破卵率0.89%和手工刷卵破卵率0.53%，自然落卵破卵率0.33%，差异都不显著。三次重复对比试验，产卵机刷卵转动同手工刷卵比较，不影响米蛾寿命、产卵量及单雌产卵量。由于机具刷卵在封闭的机框内进行，所以不污染环境，保护了工作人员身体健康，比手工提高工效四倍。部分调查结果见表9—10。

表9 产卵机刷卵破卵率调查对比

处 理	破卵率(%) 试 验 (日/月)	16/4	17/4	18/4	小 计	平 均	差 异
机 刷		1	1.67	0	2.67	0.89	0.56
手 工 刷		0.33	1	0.33	1.66	0.53	0.22
自 然 落 卵		0	0.67	0.33	1.00	0.33	0

米蛾卵内混有糠屑、鳞片、跗肢等，因此，收卵后需要进行去杂。为了提高工效，防止污染，我们研制了手提式和固定式两种去杂机。手提式去杂机比较轻巧，操作方便，是根据气流清选的原理设计的。每小时可去杂360毫升，清洁率92.71%。其中去掉了鳞片和糠屑100%，蛾翅及跗肢等77%。损失率0.6%，比手工提高工效三倍。去杂情况见表11。

经三次重复平均计算，杂质由占总量的27.53%最后下降到1.94%。固定式去杂机增加了机架、防污集杂机构和振动去杂装置。该机生产率至少360毫升/小时；清洁率99.53%，其中去掉了跗肢等99.23%，鳞片、糠屑等100%；损失卵率1.31%，比手

表10 产卵机对米蛾寿命及单雌产卵量影响调查

批 次	羽 化 (日/月)	产 卵 (日/月)	寿命 (天)	总头	雌	总产卵粒	粒/雌
一	15/4	16—26/4	11	402	204	44208	217
对 照	15/4	16—24/4	9	100	55	9320	170
二	24/4	25—3/5	9	356	154	43208	281
对 照	24/4	25—3/5	9	101	38	10053	265
三	3/5	4—12/5	9	601	286	79421	278
对 照	3/5	4—12/5	9	100	45	6671	148

表11 手提式去杂情况统计表

试 验 (次)	试 验 (日/月)	去 杂 时 间 (分)	卵 粒		杂 质					
			保 留 (%)	损 失 (%)	去 掉 (%)	未 去 (%)	糠 屑、鳞 片 等		跗 肢 等	
							去 掉 (%)	未 去 (%)	去 掉 (%)	未 去 (%)
一	16/7	5	99.32	0.68	95.59	4.41	100	0	73.72	1.28
二	17/7	5	99.72	0.28	90.00	10.00	100	0	75.00	25.00
三	18/7	5	99.17	0.83	92.54	7.46	100	0	77.27	22.73
平 均			99.40	0.60	92.71	7.29	100	0	77.00	23.00

工提高工效至少三倍，见表12。米蛾卵内的杂质主要有鳞片、糠屑、蛾翅及跗肢等，前三种较轻，因此气流清选装置设计了仪表电扇，风叶转动在风面内形成漩涡式气流，即可几乎百分之百地吸去这三种杂质，及51.88%的跗肢等。为避免部分卵粒被气流抽走，仪表电扇下安有一套分离器，可将抽上来的绝大部分卵粒

表12 固定式去杂情况统计表

试 验 (次)	试 验 时 间 (日/月)	去 杂 时 间 (分)	杂 质										卵 粒				
			总 去 杂			气流清选去杂				振动筛去杂			损 失 (%)	保 留 (%)	其中损失(%)		
			去 掉 (%)	未 去 (%)	其中占%		去 掉 (%)	其中占%		去 掉 (%)	其中占%				气 流 (%)	清 选 (%)	
					1	2		1	2		1	2	1	2			
一	23/9	2	99.04	0.96	/	/	95.56	100	/	0	3.48	0	/	1.30	98.70	0.19	1.11
二	24/9	2	100	0	100	100	96.53	100	52.63	0	3.47	0	47.37	1.59	98.41	0.15	1.44
三	25/9	3	99.65	0.35	100	97.70	88.18	100	23.00	0	11.47	0	74.70	1.10	98.90	0	1.10
四	26/9	2	99.44	0.56	100	100	97.36	100	80.00	0	2.09	0	20.00	1.24	98.76	1.24	0
平 均			99.53	0.47	100	97.23	94.41	100	51.88	0	5.13	0	47.35	1.31	98.69	0.40	0.91

又碰回盛卵盘内，因此气流清选损失卵率仅有0.4%。带有杂质的气流进入防污集杂箱后，只有排气窗一个通道，由于排气窗安有5毫米厚塑料薄膜，气体排出，保证了气流清选去杂正常进行，杂质则被阻隔在箱内，落到水面，被洗衣粉水粘住，防止了杂质四处飞扬，保护了操作环境，并由于避免鳞片等与人接触，从而保护了工作人员身体健康。振动去杂筛由40目铜网制成半圆筒形，则刚好将跗肢等隔住，而使单个卵粒通过，于是完成了全部去杂过程。最终去杂99.53%，保卵率98.69%。

四、米蛾卵的利用

米蛾卵是多种天敌昆虫的饲料和中间寄主。在国内重点用于繁殖赤眼蜂和饲养草蛉。本文仅就利用米蛾卵进行机械化繁蜂技术情况作一介绍。

米蛾初孵幼虫取食卵壳，还取食其它卵，甚至包括被赤眼蜂寄生了的卵粒。因此，准备接蜂的卵，必须先将卵杀死。我们于1979年至1980年试验寻找杀卵方法，初步认为紫外灯照射卵较为理想。经试验，20瓦紫外灯照射距离为13厘米或53厘米，10分钟以上杀卵粒与不照射相比较差异都极显著。杀卵率95%以上。把照射后的米蛾卵接蜂，初步结果寄生率、羽化率都略有提高。于是我们就研制了紫外灯照射杀卵及散卵接蜂器。杀卵器杀卵面积 550×1100 平方毫米，一次杀卵量为170毫升。

我们于1978年完成了大卵粘卵机。目前考虑到解决繁蜂中间寄主不足等问题，提出了走大小卵结合的道路，要一机多用。同粘制大小卵的卵卡，我们于1980年完成了大小卵结合粘卵机。经试验，该机无论用米蛾卵、蓖麻蚕卵及柞蚕卵粘卵，均匀程度都好于手工操作。由于机具卵箱下安有振动筛，筛底可调换，根据不同卵粒大小，配备不同筛目筛网，所以可分别粘制柞蚕、蓖麻蚕及米蛾卵的卵卡。由于安有纸滚、滑板及夹纸滚控制系统，用

纸条或纸卷做纸卡都可完成粘卵。操作时应将胶箱内适量充胶，然后拧开考克使胶流入胶盘；卵箱内放好卵，并根据不同的卵安装好筛底；根据不同制卡纸装好纸卡。然后开动机具，使胶滚带胶，并使刷胶滚面上的胶分布均匀后，操作夹纸滚控制系统，把纸头送上传动带，从而被粘上胶。待胶纸到了卵箱下时，启动卵箱开关系统，使卵粒通过振动筛撒到胶纸上，被压轮压实，并推出多余卵粒，卵卡即被送上晒板，即完成制卡过程。该样机每小时可粘米蛾卵2700万粒，繁蜂1.7亿头；蓖麻蚕卵3000万粒，繁蜂3亿头；柞蚕卵900万粒，繁蜂3亿头，比手工提高工效23倍。

赤眼蜂的大型接蜂机，我们已于1978年完成。该机1978年日繁蜂量曾达到1亿头。由于接蜂在室内一米以远，故可淘汰弱蜂，具有选优作用。据调查，爬到接蜂机卵卡上的蜂，壮蜂比率比蜂种提高5.3—27%。子代蜂壮蜂比率比木柜繁蜂提高30%。大田治虫效果显著，高于其它方法繁出的蜂。为繁育子蜂及小批量接蜂需要，我们于1979年又完成了小型接蜂机。该机每次可上卵卡粒数，米蛾127.3万粒；蓖麻蚕11.3万粒；柞蚕4.2万粒；约可繁蜂米蛾卵81.41万头；蓖麻蚕卵144.64万头；柞蚕卵162.77万头。

搅拌、捕蛾、产卵、去杂及粘卵机与手工操作工效对比见表13。

五、结 束 语

(一)大卵(柞蚕卵、蓖麻蚕卵)繁蜂是我国的独创，利用当地大卵资源，特别是使用柞蚕卵繁蜂，具有易保存、成本低、繁蜂倍数高和质量好等优点。但是，我国不少地方大卵资源不足，大批从外地购买蚕茧蚕卵是不经济的。同时，有些蜂种利用大卵繁殖是有困难的。利用米蛾卵(小卵)繁蜂，就可以解决这

表13 机具与手工操作工效对比表

工 具	工 序	一次工作量	操作 人数 (人)	一次完 成时间 (分)	折合每 工 时 (分)	相当手 工工效 (倍)
搅 机	消毒后一次完成	60斤	2	10	20	27
拌 手工	摊晾、捣碎、过筛、加水、搅拌	60斤	3	180	540	0
捕 机	捕 蛾	100斤饲料出蛾	1	10	10	12
蛾 手工	捕 蛾	100斤饲料出蛾	2	60	120	0
产 机	收自然落卵刷网上粘的卵	同 上	1	2	2	5
卵 手工	同 上	同 上	1	10	10	0
去 机	去 杂	60毫升	1	6	6	4
杂 手工	去 杂	60毫升	1	25	25	0
粘 机	粘卵制卡	米蛾卵2700万粒 分别 蓖麻蚕卵3000万粒 柞蚕卵900万粒	2	30	24	24
卵 手工	粘卵制卡	同 上	2	24小时	1440	0

些问题，增加育蜂种类，为提高防治效果创造有利条件。而且，发展米蛾将为繁蜂提供新的转换寄主，防止了单一寄主连代繁蜂，造成蜂子退化问题。更重要的是，米蛾可以终年繁殖，能够保证供卵，弥补了大卵季节性不足，增加了繁蜂的主动性。可见，就是在大卵资源丰富的地方，也有开展米蛾饲养利用的必要。因此在赤眼蜂利用方面，提倡大小卵结合的道路，互相取长补短，是完全必要的。

(二)米蛾的主要饲料麦麸、米糠等来源广泛，容易解决；只要创造条件，保证饲养时的温湿度，即可终年繁殖；米蛾的饲养不仅为发展赤眼蜂的利用创造了有利条件，而且为饲养各种草蛉和繁殖小菜蛾蛾茧蜂提供了良好的饲料和中间寄主；饲养米蛾的副产品，还可以培养白僵菌等微生物农药，或喂猪、养鸡等综合利用。

(三)米蛾饲养便于实现机械化、工厂化生产，可以节约劳力，提高工效，降低成本，将会大大促进生物防治的发展。

(四)米蛾饲养利用技术还有许多问题待今后深入研究解决，如米蛾卵的长期贮藏；饲养技术的进一步提高；利用范围的进一步扩大和繁蜂技术、种蜂选择、放蜂技术、效果研究，以及机械化机具的改革完善等。

利用平腹小蜂防治荔枝蜡象

中山大學 蒲蛰龙

广东省昆虫研究所 黄明度

一、荔枝蜡象的生活习性及其防治

荔枝 (*Tessaratoma papillosa* Drury) 属半翅目, 蜡科。在我国分布于广东、广西、福建、台湾、江西、贵州、云南等省(区)。除主要为害荔枝、龙眼和柑桔外, 还为害黄皮、柚、蓖麻、番石榴、桉树等。荔枝蜡成虫和若虫, 均吸食荔枝嫩梢、花蕊和嫩果的汁液。被害部呈褐色, 细纹及斑点。常引起落花落果。且成虫和若虫能分泌臭液, 使花、果和嫩叶、嫩梢枯焦和脱落, 严重影响产量。

(一) 荔枝蜡的生活习性

荔枝蜡在广东一年繁殖一代。它的生活史有卵、若虫、成虫三个时期(图28), 完成一代历时平均367天。以成虫越冬, 越冬期内不大活动, 一直到来年2、3月份才出来活动, 7、8月份死亡, 成虫寿命最长371天。成虫在春季2—3月开始产卵, 4月份是产卵盛期, 7、8月还可以在荔枝园见到卵块。通过试验证明, 温度达14.1℃, 卵开始发育。在广州附近地区, 4月下旬至5月是若虫孵化盛期, 大量吸食荔枝嫩梢、嫩枝及幼果汁液, 造成严重落花落果。初孵若虫有群集性, 数小时后才爬行分散。若虫有五个龄期, 一龄若虫平均21天, 二龄8天, 三龄10天, 四龄17天, 五龄26天。一、二龄若虫受惊时会自行掉地, 在阳光强烈、温度高的中午, 也会自行掉落地面, 以后又沿着树干爬上枝叶; 三龄以上的若虫受惊, 可射出臭液自卫。在6月间, 开始可见若虫变为成虫。去年遗留下来的成虫, 这时

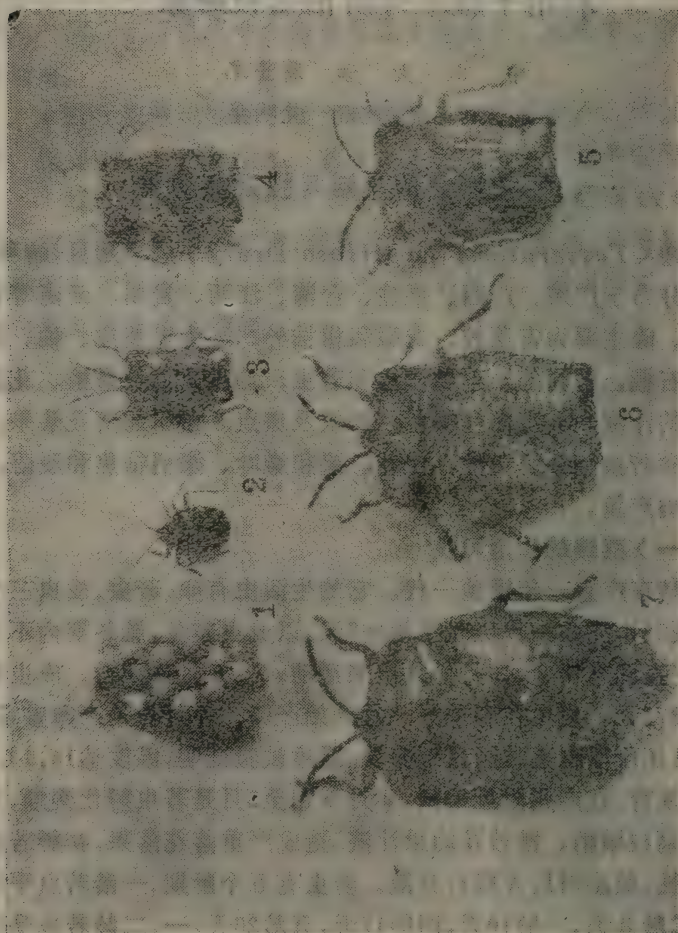


图28 荔枝蛀象 (*Tessarotoma papillosa*) 虫态
1. 卵块 (其中部分卵粒已被平腹小蜂寄生) 2—6. 1—5 龄幼虫 7. 成虫

还没有死亡，新旧成虫重叠。新旧成虫在外形上无多大差别，但可由腹面白色蜡粉状物的多少来区分。新成虫腹面布满蜡粉状物，旧成虫因经过大半年活动，蜡粉状物大部分脱落。另外，成虫色泽的鲜明与暗晦，也可以作为判别新旧成虫的参考（新成虫色泽鲜明，旧成虫色泽暗晦）。新成虫当年不交尾产卵，越冬后于2月间开始活动，摄取补充营养，卵巢逐渐成熟。成虫可经多次交尾，每次交尾约经一昼夜，交尾后一天便产卵。卵多产于叶背，约占80%；也可产在花穗、树干等处。对一树冠来说，多产于树冠的下层。一雌虫一生产卵约五次，多至十次。成虫多在荔枝、龙眼树上越冬，也有在其它果树或茅房、草堆、石隙中越冬的。越冬成虫在3月间春暖时开始活动，多飞集在花多或嫩梢多的荔枝树上，进行取食、交尾和产卵，卵多产在有花果的荔枝树上。

（二）荔枝的防治方法

对荔枝的防治方法，主要有人工捕捉、化学防治、生物防治及综合防治几种。人工捕捉可以消灭一定数量的荔枝，但费工多，一般只作为一种辅助方法。化学防治主要是用95%敌百虫800—1000倍液喷杀；若用飞机喷药，则用60倍为宜。化学防治效果是显著的，但十多年来有些荔枝产区由于连续用药，又用得不得当，荔枝已出现了抗药性，需增大药量。广东省在1970年以来，在一些荔枝产区采取生物防治的方法，利用平腹小蜂防治荔枝蜡象，效果很好。

平腹小蜂是一种卵寄生蜂，在荔校园自然存在，雌蜂产卵于荔枝卵寄生。这样，荔枝在卵期便被平腹小蜂消灭。在广州附近的荔校园里，目前已知的荔枝卵寄生蜂，除平腹小蜂外，尚有荔枝卵跳小蜂（*Ooencyrtus corbettii*）、马来亚黄腹卵小蜂（*O. malayensis*）、黄足小蜂（*O. smaragdina*）和一种未定名的卵蜂。这几种蜂以跳小蜂和平腹小蜂最为普遍，尤以平腹小蜂发生最早。荔枝成虫一般在3月上、中旬开始产卵，4月间为产卵

高峰期，而这些寄生蜂在4月以前，自然寄生率还很低，到5月中旬才显著提高。如1961年在从化县调查，这几种蜂的自然寄生率在4月初为10%，4月底为30%，5月上旬为50%，5月中旬高达80%，这时对荔枝的发生才起到一定的抑制作用。5月中旬以前没有被寄生的荔枝卵就孵化出若虫，严重为害荔枝花、果。利用平腹小蜂防治荔枝的方法，就是通过人工大量繁殖平腹小蜂，在荔枝开始产卵时放到荔枝园去，及时抑制荔枝的发生。

通过多年的实践证明，放蜂的荔枝园，荔枝卵的寄生率可由原来的10%，迅速提高到90%左右；到5月中旬，可高达97%以上，在减小荔枝若虫为害方面，比喷撒农药的效果更为显著。如1967年在放蜂防治荔枝的荔枝园同农药防治荔枝的荔枝园（3月中旬及5月上、中旬，分别用95%敌百虫800倍液喷撒一次）作比较试验，在喷药结束后调查残存若虫数，结果见表1。

表1 放蜂区及药剂防治区的荔枝若虫残存数

（广东省昆虫研究所、中山大学生物系）

放蜂区若虫数（头/株）			药剂防治区若虫数（头/株）		
若虫总数	四龄以上	三龄以下	若虫总数	四龄以上	三龄以下
7.88	6.86	1.02	42.33	40.16	2.17

试验表明，农药防治区的荔枝若虫残存数为放蜂区的5.3倍，其中老龄若虫（4—5龄）占的比例很大，这些老龄若虫比三龄以下的若虫危害荔枝花、果严重得多。这说明，在减少若虫为害方面，散放平腹小蜂防治荔枝的效果比敌百虫还要好。但是，利用平腹小蜂防治荔枝也有不足之处，如不能消灭越冬成虫；在放蜂期间，如果荔枝园发生其它虫害，不便使用农药，对化学防治措施有一定妨碍。因此，荔枝害虫的全面综合防治问题，还要根据各地的具体情况作进一步研究。

二、平腹小蜂的发生规律

（一）平腹小蜂的形态

平腹小蜂 (*Anastatus* sp.) 属膜翅目，旋小蜂科，平腹小蜂属。为完全变态昆虫，一生经过四个时期：卵、幼虫、蛹和成虫（图29）。

1. 成虫 成虫的大小，在一定程度上随寄主卵粒大小而异。从荔枝卵羽化的雌蜂体长约4毫米，色黑带铜色；头部两侧有球状复眼，背面三个单眼排列近于等边三角形。触角13节，披短毛，略短于胸部，棒状部由三节组成，末节锥状。中胸背板中部中央稍隆起呈舌状，披毛；中胸小盾片和三角片也有顶针状刻点。前翅淡黄褐色，有短毛，基部透明，中央有一透明的弯形横条斑。腹部黑色，长梨状，基部有白环。

雄蜂体长约3毫米，触角比雌蜂的粗长。中胸背板、小盾片及三角片无顶针状刻点。翅全部透明。腹部长梨状，末端较平截。

2. 卵 长卵形，卵壳透明，一端有长卵柄。卵长与卵柄长度之比约为1:1.5。

3. 幼虫 幼虫共三龄。

第一龄幼虫乳白色，前端阔大，渐向尾端尖细。共13节，腹部末端有尖长的分叉；胸部第二、三节及腹部第一至七节腹面的后缘各有一列长而硬的刺毛。行动活泼。

第二龄幼虫乳白色，体形与第一龄幼虫不同。腹部第一节最宽，两端逐渐窄小。胸部及腹部的腹面无长刺毛，腹部末端仍有分叉的刺。行动比第一龄幼虫迟钝。

第三龄幼虫较粗长，沿着寄主卵的弯度向腹部弯曲，背面贴近卵壳。行动比第二龄迟钝。身体不断增大，将荔枝卵内含物吞食至尽，即进行预蛹期，体躯渐缩短，体色由乳白变淡黄。化蛹

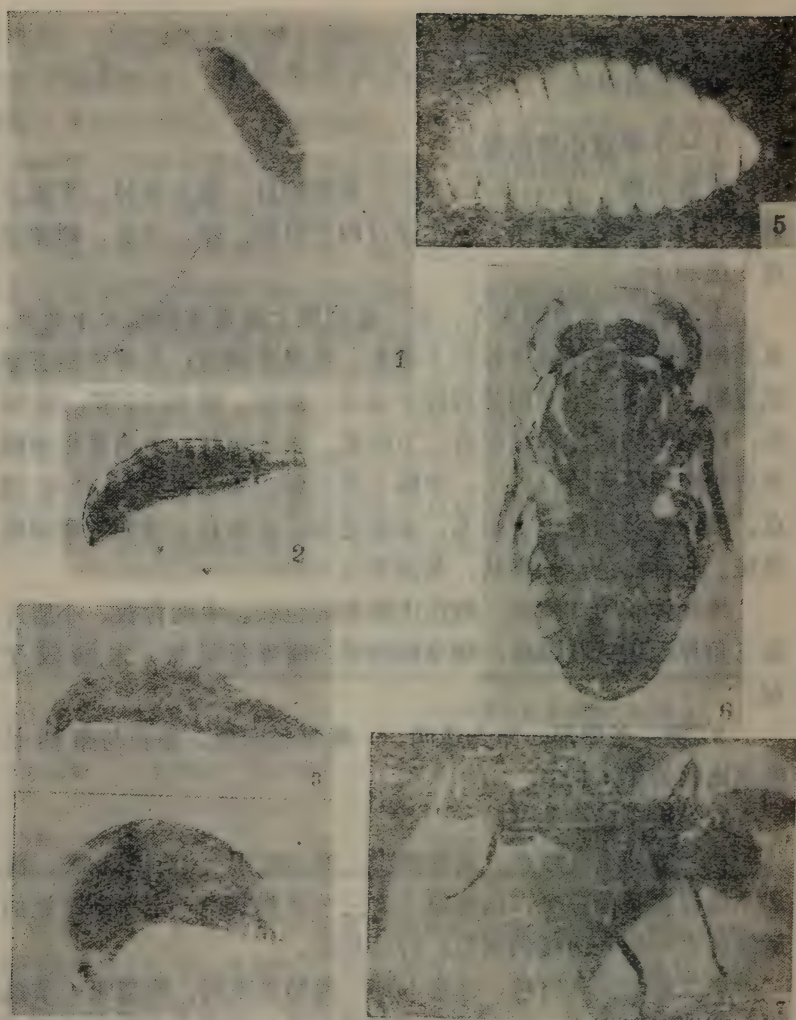


图29 平腹小蜂 (*Anastatus* sp.)

1.卵 2—4. 1—3 龄幼虫 5. 预蛹 6. 蛹 7. 成虫 (正在寄主卵上产卵)

前排出蛹便，包卷于体躯腹面，虫体也略变小，在适温下约经二天就化蛹。

4. 蛹 初期淡黄色,渐变深褐色至黑色。附肢在前期紧贴体躯,后伸长与体躯分离。

(二) 平腹小蜂的发生规律

1. 生活习性 平腹小蜂在人工饲养情况下,一年有八代,世代历期23—33天。成虫羽化后即行交尾产卵。雌蜂一生交尾一次就持续产出两性后代。不交尾的雌蜂,也可以产卵,但这种没有受精的卵,都发育为雄蜂。成虫产卵期较长,可达一个月左右;每产一粒卵约需10分钟,长的可达30分钟。通常一粒寄生卵只羽化1头蜂,个别寄主卵内可有2—3头幼虫,这说明平腹小蜂有复寄生现象。但同一寄主卵内羽化2头蜂是极为罕见的。

在温度25.7—32℃,相对湿度54—95%的范围内,每只雌蜂一生平均产卵量为228粒,每天平均5.7粒,最高11.3粒。平腹小蜂的产卵规律不明显,有时波动很大,但在头25天内,每天产卵量还是较高的,这对控制害虫的发生是有利的。25天以后,产卵量逐日下降。如果羽化后在有食料的条件下,20天内产卵较多,每天6—11粒;20—30天内,每天约5.6粒;30天以后显著减少(图30)。

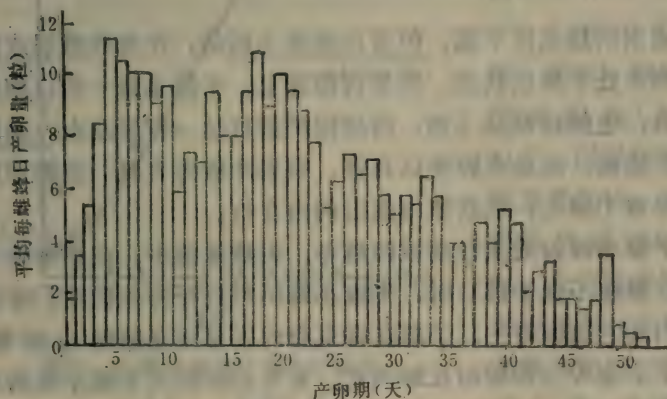


图30 平腹小蜂的卵量分布(仿黄明度等, 1974)

在适温的条件下（25—30℃），平腹小蜂羽化比较整齐，以头三天羽化最盛，占总数的91.3%。羽化后喂饲糖液，雄蜂寿命一般为5—6天，长者可达10天以上；雌蜂30—40天。如不供给任何食物，成虫一般只能存活3—7天。

荔枝卵发育到任何时期，平腹小蜂都能寄生，并羽化出子代蜂（表2）。但在胚胎后期寄生的，羽化出来的子蜂雄性比例较大。甚至可以看到，在荔枝若虫部分体躯露出孵化孔时仍可被平腹小蜂寄生，虽未见羽化出子代蜂，但荔枝若虫被刺亦不能生存。平腹小蜂这一特性，对防治害虫是十分有利的。

表2 平腹小蜂对荔枝不同胚胎期的寄生情况

（广东省昆虫研究所、中山大学生物系，1973）

荔枝卵发育时间(小时)	24	48	66	90	106	124	148	168	178*
被寄生卵粒(粒)	34	29	32	35	32	29	35	34	33
能羽化出平腹小蜂的被寄生卵数(粒)	31	27	30	30	30	27	35	30	29

* 超过178小时的荔枝卵即将孵化出若虫。

成虫的趋光性不强，但需在光线下活动，在光线微弱或黑暗处，则多处于静伏状态。在果树植株上，平腹小蜂一般以爬行方式扩散，也能跳跃及飞翔，向周围扩散可达一百米左右，遇惊扰时跳跃逃避。成虫在野外以花蜜、裂果汁液为食料，也能用产卵管刺穿寄主卵壳，吸食卵内流出的内含物。

平腹小蜂以成虫在荔枝园越冬，但数量很少。在冬季晴天，一般在温度不低于15℃时，平腹小蜂仍可进行寄生活动，寻找荔枝园内其它虫卵寄生。子蜂在寄主卵内发育至老熟幼虫休眠越冬，至来春天气和暖时化蛹羽化。春天的降雨对平腹小蜂的产卵活动影响不大。说明平腹小蜂能够适应春季温度低、雨日多的环境。

2.平腹小蜂的发育、生活力与温度的关系 在26—28℃的条件下,平腹小蜂发育历期为18—21天。其中卵期2天,幼虫期5—6天,蛹期6—7天。平腹小蜂发育速率与温度有密切的关系(表3)。

表3 平腹小蜂发育速率与温度的关系

(黄明度等,1974)

处理温度(℃)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
试验发育天数	32.5	31.0	24.4	23.0	16.5	17.5	16.0	14.7	14.1	13.8	13.9
理论发育天数	32.5	28.0	24.4	21.6	19.3	17.7	16.1	15.2	14.2	13.9	13.4
发育速率	3.07	3.22	4.09	4.34	6.02	5.71	6.25	6.80	6.99	7.24	7.19

从上表实验数据可见,温度与发育速率关系较吻合于罗辑斯德曲线(即S形曲线),如图31。

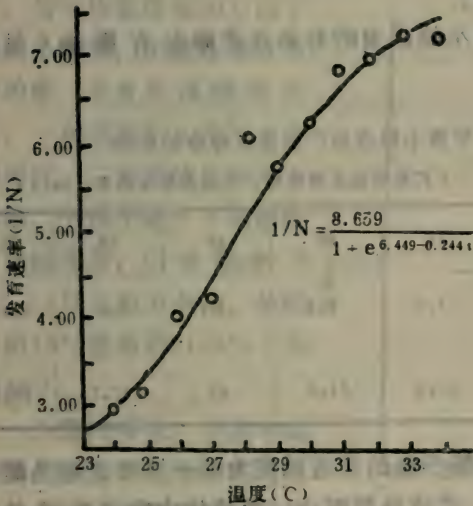


图31 平腹小蜂发育速率与温度的关系(仿黄明度等,1974)

从表3和图31中可以看出,平腹小蜂在较低温下,发育表现缓慢。而在一定的温度界限内(26—31℃),因温度升高而显著加快。但是当温度超过33℃时,发育速度增加并不显著。在试验范围内完成一世代的历期,所需最短时间为13.4天

(34℃)，最长达32.5天(24℃)，在28℃下为19.3天。温度的高低，除影响平腹小蜂的发育外，还显著地影响它的受孕(见表4)。

表4 发育温度与平腹小蜂不孕率的关系

(广东省昆虫研究所、中山大学生物系, 1973)

发育温度(℃)	26	28	30	32	33	34
不孕率(%)	2.8	15.7	16.7	22.9	29.3	77.7

在表4的温度中，平腹小蜂发育羽化的成虫，虽然都能进行交尾活动，但随温度的升高，成虫的不孕率也有所增加。这是因为蜂体在高温下，生殖机能受到破坏。在人工大量繁殖平腹小蜂的过程中，对蜂种的发育，要选择适宜的温度范围，同时也必须注意温度与不孕的关系。

此外，温度对平腹小蜂成虫的寿命及产卵也有影响(见表5)。

表5 温度对平腹小蜂成虫产卵量及寿命的影响

(广东省昆虫研究所、中山大学生物系, 1973)

产卵温度(℃)	16	20	25	30	35
平均每头雌蜂每天产卵数 (粒)	1.9	1.8	4.7	7.0	0.8
平均寿命(天)	87.6	71.5	42	47.7	25.4

表5说明，平腹小蜂产卵的最适温度为25—30℃，每头雌蜂日产卵量达4.7—7粒。在适温范围内，雌蜂体内卵成熟较快，产卵量也较高。因此，冬季繁殖期间，繁蜂室的温度需保持在25—28℃范围内，以利于保持较高的产卵量。

温度较低可使平腹小蜂在发育过程中发生休眠现象。无论是

变温或恒温处理，温度越低，休眠率越高。恒温17℃和20℃经6小时移至17℃变温中，休眠率达100%（如表6）。在自然温度

表6 温度对平腹小蜂休眠的影响

（黄明度，1974）

处理温度(℃)	供试蜂数(头)	羽化数(头)	休 眠		
			虫数(头)	百分率(%)	虫 态
20 } 恒温	399	332	67	16.7	预蛹
17 }	71	0	71	100.0	预蛹
25—17 } 变温	124	23	104	81.8	预蛹
23—17 }	134	6	128	95.5	预蛹
20—17 }	58	0	58	100.0	预蛹
(6小时)(18小时)					

中，旬平均温度在20℃以下的初冬季节，平腹小蜂成虫产的卵，发育至预蛹就休眠，一直到来年3月间才化蛹羽化。广州地区从10月下旬起，平腹小蜂产下的卵就有休眠现象，但休眠率不高，11月上旬至中旬，休眠率由10%提高到81.5%（如图32）。

从图32可见，平腹小蜂的自然休眠率突增的时间在11月上旬。休眠越冬的预蛹在来年3月份才化蛹羽化。冬季在荔枝园挂蓖麻蚕卵调

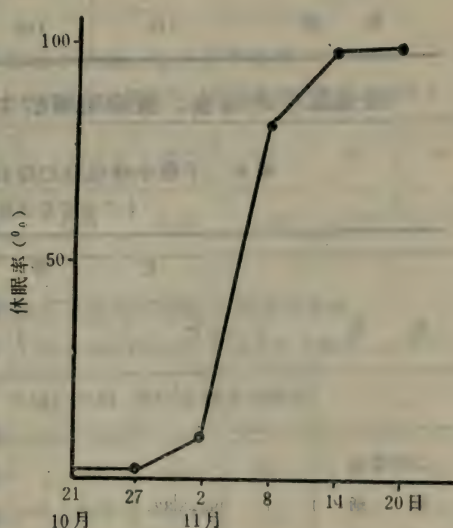


图32 平腹小蜂的冬期休眠率

（仿黄明度等，1974）

查，都能发现有成虫进行产卵活动。可见该蜂在野外亦可以成虫越冬。但从早春荔枝园的平腹小蜂寄生率很低这一现象，可说明能够越冬的成虫数量是很少的。

平腹小蜂的越冬特性，在繁殖利用上是十分可贵的。因为在11月间趁蓖麻蚕卵大量收获的时候，大量繁殖并积累平腹小蜂，至春季荔枝产卵时定期释放。这里要特别指出，移出室外的越冬幼虫，要在二龄以前，否则休眠率就会明显降低（表7）。

表7 平腹小蜂幼虫发育阶段与休眠的关系

（黄明度等，1974）

处 理 虫 态	供试蜂数(头)	羽化数(头)	休 眠		
			头 数	百分率(%)	虫 态
二龄幼虫	92	9	83	90.0	预蛹
三龄幼虫	112	102	10	8.0	预蛹
预 蛹	146	138	8	5.4	预蛹

较低温度对幼虫、预蛹和蛹的生存没有多大影响(见表8)。

表8 平腹小蜂低温贮存后的羽化率(%)

（广东省昆虫研究所、中山大学生物系，1973）

虫 态	贮 存 温 度											
	0—5℃				4—8℃				10—12℃			
	10天	20天	30天	50天	80天	100天	180天	360天	120天	150天	180天	
二龄幼虫									97.8	96.2	97.3	
预 蛹			98.3	82.9	87.0	46.3	45.0	17.3	54.6	46.8	34.0	
初 蛹	98.4	96.9	97.9									
后 蛹	97.4	91.5	96.4									

3. 平腹小蜂的发育、生活力与湿度的关系 大气湿度对平腹小蜂成虫寿命及产卵量都有影响。在相对湿度40%、60%、80%和100%下观察,除相对湿度100%外,产卵量随湿度上升而增加,以80%的产卵量最高,每只雌蜂日产卵量达7粒以上;相对湿度40%和60%下的日产卵量为5粒左右。综上所述,温度25—30℃,相对湿度80%是平腹小蜂产卵的最适宜的温湿度条件。湿度过高或过低都会影响成虫寿命。在相对湿度100%的条件下,十天内死亡率达69.4%,但过分干燥,也会引起蜂的死亡。

在平腹小蜂发育期间,不同湿度对它的发育速度没有什么影响。试验证明,在温度27℃,相对湿度分别是40%、50%、60%、70%、80%、90%的条件下,对平腹小蜂的发育速度影响不显著,无规律性变化(见表9)。但在不同发育湿度下羽化出来的成虫寿命却有明显的差异(见表10)。

表9 不同湿度下平腹小蜂的发育速率

(广东省昆虫研究所、中山大学生物系, 1973)

相对湿度(%)	40	50	60	70	80	90
发育速率	4.69	4.88	4.98	4.93	4.98	4.95

表10 发育湿度对平腹小蜂成虫产卵量及寿命的影响

(广东省昆虫研究所、中山大学生物系, 1973)

发育湿度(%)	50		70		90	
成虫期处理湿度(%)	50	85	50	85	50	85
每雌日平均产卵量(粒)	2.5	2.1	1.7	3.3	1.8	2.3
成虫死亡率(20天内)(%)	3.5	3.5		3.5	63.3*	67.9*

* 在5天内死亡率已分别达58.6%、53.6%。

4. 光对平腹小蜂活动的影响 平腹小蜂处于静止状态或在阳光直接照射下过度的活跃，都不利于成虫交尾、产卵。雌蜂经过充分交尾，避免了孤雌生殖，子代性比就比较高。在适温条件下（25—30℃），光照度是一个十分关键的因素。进行这一试验是用性比为1.2 : 1（雌：雄）的平腹小蜂置于四种不同光照度的繁蜂箱内羽化、交尾和产卵，每箱雌蜂650头，每处理重复两次，寄主为同一来源的蓖麻蚕卵。试验期间温度是26—27℃，相对湿度90%左右。结果如表11。

表11 平腹小蜂交尾、产卵期间的光照度与子代性比的关系

（黄明度等，1974）

光 照 度 (Lux)	95	20	7	2
子代性比 (雌：雄)	3.1 : 1	0.7 : 1	1 : 1	0.5 : 1

从表11的结果看来，平腹小蜂交尾、产卵期间的光照度与子代性比的关系是密切的。在适宜的光照度下，其子代的性比比较高，光线暗晦，子代性比则比较低。这个现象，可能是平腹小蜂的交尾活动或卵的受精过程在不同光照度下的影响不一致所致。

因此，在人工繁殖时，繁蜂室要有充足的光源，并保证每天有10小时的光照时间。

5. 影响平腹小蜂性比的主要因素 人工繁殖过程中，提高雌性比，是短期内获得大量雌蜂的重要保证。如果性比低，繁殖出来的雄蜂过多，就直接影响了蜂量的积累，从而减少防治害虫的面积。因此，控制性比是人工繁殖中的关键问题之一。影响平腹小蜂雌雄性比的因素，除了保证亲本蜂充分交尾，避免孤雌生殖外，寄主卵的营养质量和寄主卵粒大小等，也与性比有很大关系。近年来，大面积推广这种以虫治虫的方法后，通过实践总结出有关稳定性比的主要经验有三点：

（1）保证亲本蜂充分交尾：亲本蜂充分交尾，避免孤雌生殖，

是一个关键问题。影响亲本蜂交尾的因素很多，在温度较高的情况下（30℃以上）成虫活动频繁，不能安宁进行交尾；温度低于23℃，蜂多静伏不动，也进行交尾。在光线充足（但阳光不宜直射）的情况下，子代性比比较高；光线暗弱，亲本蜂很少活动，子代性比很低。所以，在人工大量繁殖时，温度要在25—28℃，相对湿度在70—80%范围内，并保证充足的光线，就可以得到较好的效果。

（2）用较大的寄主卵：在一定的范围内，寄主卵粒大小不同，繁殖出来的平腹小蜂性比都有差异。试验证明，用木薯蚕卵作寄主，卵粒越大，雌蜂越多（见表12）。

表12 蚕卵粒大小与子代蜂性比的关系

（广东省昆虫研究所、中山大学生物系，1973）

卵粒大小(粒/克)	534	636	674
子代性比(雌:雄)	2.2:1	0.49:1	0.32:1

因此，在人工繁殖时，要选择卵粒大的木薯蚕种饲养，加强对蚕的管理，这是提高平腹小蜂雌性比的重要措施之一。

（3）贮藏好寄主卵：寄主卵的好坏，胚胎发育期的长短，均直接关系到蚕卵的质量，从而影响到平腹小蜂雌雄性比的高低。一般来说，胚胎发育期越短，繁殖出来的雌蜂就越多。寄主卵（木薯蚕卵）发育天数与子代蜂性比的关系如表13。

表13 蚕卵发育天数与子代蜂性比的关系

（广东省昆虫研究所、中山大学生物系，1973）

蚕卵胚胎发育期(天)	1	3	5	7	试验期间日平均温度、湿度	
					℃	%
子代性比(雌:雄)	2.9:1	1.9:1	0.4:1	0.2:1	28.2	75.4

由表13看出，用发育三天以上的蚕卵来繁殖平腹小蜂，子代蜂的性比很不理想。所以，在人工繁殖时，要注意蚕卵的贮藏。蚕蛾产下的卵，两天内就要置于低温下抑制发育，以保持蚕卵的质量不变，方能有利于雌性比的提高。

根据平腹小蜂的发生规律，提出下列几点人工繁殖平腹小蜂应注意的事项，供大家参考：(1)每箱亲本雌蜂约600头，雄蜂200—300头即可。(2)作为寄主卵的木薯蚕卵，每克卵数最好在600粒以下(以洗净晾干的卵为准)。(3)给予足量的糖液作食料。(4)温度保持25—28℃，相对湿度70—80%，光线充足。(5)发育历期的温度最好在25—26℃，三龄以前相对湿度70—80%，预蛹期后相对湿度60—70%。(6)如果要控制老熟幼虫休眠越冬，在旬平均温度低于20℃(在广州地区约在11月中旬以后)以下繁殖的寄生卵，幼虫在常温下发育到一龄或二龄时，要置于8—12℃温度下发育保存。

三、平腹小蜂的人工繁殖

大量繁殖平腹小蜂的时间，因条件而异。如果有低温设备，最好在10月初开始，这时自然气温还较高，蜂室加温较易或不用加温，对繁蜂有利；繁殖出来的寄生卵，在8—12℃下冷藏两个月再移到室外越冬。不具备冷藏条件的，需在旬平均温度降至20℃以下的初冬季节才开始大量繁殖，繁殖出来的寄生卵，即可放在室外越冬。繁蜂结束的时间，最好在来年1月上旬以前，因为1月份温度最低，室内加温较困难。但如果需要，可以延续至3月上旬。在大量繁殖前，要做好各项准备工作。

(一)繁蜂前的准备

1.繁蜂室 繁殖平腹小蜂的蜂室，要求光线充足，能加温、保湿。各地可因地制宜，在大队或生产队的仓库或较大的房屋中修建。这是一种简便易行的方法，具有用料少、花工少、造价便

宜、保温效果好的优点。做法是在仓库或房屋的一角，用砖砌成两边墙与原有的两边墙组成一个方形的繁殖室，在向外的墙开窗取光。繁殖室不宜太高，一般以2.2米为宜，太高保温效果差。蜂室顶部可用稻草覆盖，厚度不少于30厘米，使有较好的保温效能。冬季繁殖平腹小蜂，需人工加温保湿，目前多数蜂站采用加温保湿装置（图33）。这种方法的优点是在蜂室外加煤（或柴）。室内管道全部密封，保持蜂室内清洁，不致因煤气泄漏，使蜂室内的蜂或工作人员发生中毒的危险。热量由管道散出，需要加湿时，用铁锅盛水加热汽化。

2. 繁蜂箱 繁蜂箱用松木或经过试验证明对平腹小蜂无不良作用的杂木制成。长方形，长30厘米，宽7厘米，高22厘米（图34）。箱内一面放进用塑料薄板或硬纸条砌成有416个小斜格的百叶窗形的产卵格一个。产卵格向外一面用山柿胶或桃胶粘白纸封固，另一面以透明塑料薄膜密封。蜂箱一侧有长8厘米、宽1.3厘米的小门，作放进或倒出蚕卵用，平时用大小吻合的木条紧密封塞。蜂箱顶部两侧各钻一小圆孔，直径为1.5厘米。圆孔内套

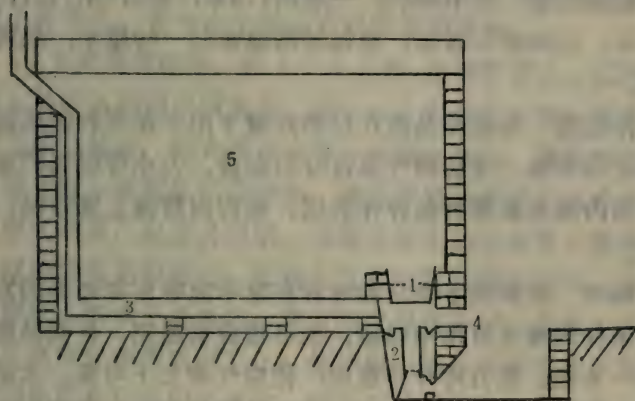


图33 繁蜂室剖视图（仿广东昆虫研究所、中山大学生物系）

1. 加温铁锅 2. 煤炉 3. 散热管（铁管或瓦管） 4. 加煤口 5. 繁殖室

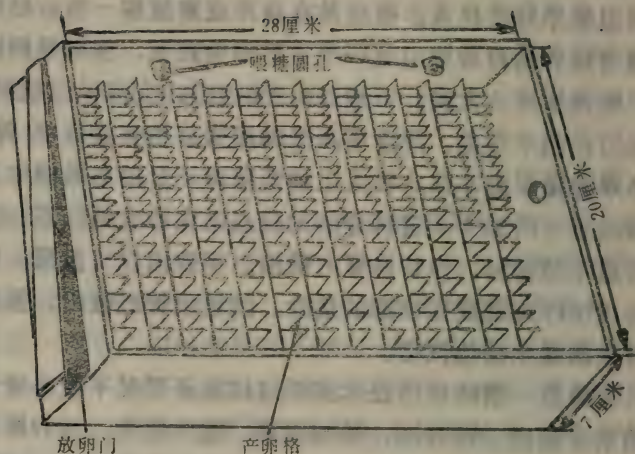


图34 平腹小蜂繁蜂箱（仿广东农林学院，1974）

进直径大致相等的塑料胶管，管里塞进棉花吸附糖液供蜂取食。繁蜂箱放置排列在木架上，封以薄膜的一面向光源。

3. 繁蜂架 繁蜂架作放置繁蜂箱用，大小可根据蜂箱数量而定。木制或竹制，如书架状，一般高1.8米，宽0.4米，长1.5米，共分五层，层间距25厘米，最低层离地面55—60厘米，架脚要隔水防蚁。

4. 休眠箱 休眠箱是放在自然环境下用于保存和锻炼越冬平腹小蜂用的容器，可仿照气象百叶箱制造，大小可根据贮卵多少而定。箱内用木条或竹条分作数层，箱内四周围上铁纱网，以防鼠为害。

5. 温箱 温箱供冬季培养蜂种和春季放蜂前加速蜂的发育之用。有条件的地方可用电温箱，也可用自制温箱。自制温箱的制法：用一木箱，以竹片分作数层，使空气能上下对流。木箱下层可放一盏可调节火焰的煤油灯，用一铁圆筒罩住，并通出箱顶，调节煤油灯火焰的大小来控制温度。这种土温箱调温方便，温度也较稳定。

6.电冰箱 有条件的地方,最好能有一个普通电冰箱,用于保存蚕卵和控制蜂种发育。

7.其他 柿胶粘附力强,干后不吸水,用于粘产卵格和放蜂用。制柿胶的方法:山柿(绿色还未成熟)100斤,用非金属工具捣碎,加同等重量的清水放在非金属容器内浸沤发酵,每天搅拌1—2次,经7—8天,过滤去残渣后便成。另外,还要准备一些纱布、桃胶、白砂糖(或蜜糖)、胶头滴管、指形管等。

(二)繁殖平腹小蜂的方法

1.采集和繁殖蜂种 大量繁殖平腹小蜂之前,需备足蜂种。采集蜂种的方法有挂蚕卵诱集和摘荔枝卵两种。

(1)挂蚕卵诱集法:在已经推广平腹小蜂防治荔枝的荔枝园,采用这种方法较为方便。春季放了平腹小蜂的荔枝园,平腹小蜂的寄生率较高,6—8月间,还有相当数量的子代蜂活动。在这段时间内,用柿胶把质量好、卵粒大的蓖麻卵粘在纸片上,挂在荔枝枝叶背面,诱集平腹小蜂寄生。挂卵数量要多,以保证收到足够的蜂种。挂出后一个星期回收,放在蜂箱内置于自然环境下发育。在没有散放过平腹小蜂的荔枝园,也可用这种方法诱集自然界的平腹小蜂寄生,甚至在冬季还可以收集到蜂种。

(2)采集荔枝卵:在4—5月间,荔枝卵较多,这种方法就是把大量的荔枝卵采回发育,每2—3天检查一次,没有被寄生蜂寄生的荔枝卵,卵壳颜色由绿(或黄)变红,最后孵出荔枝若虫;被平腹小蜂寄生的荔枝卵,卵壳颜色则由绿变灰色而致灰褐色,卵壳较软,很容易识别。选取被寄生的卵块移入繁蜂箱中发育。蜂种发育到预蛹时,如遇大气相对湿度超过80%,选取被寄生的卵放入玻璃干燥气内,调节相对湿度在70%左右(可用矽胶或38%氢氧化钾溶液调节),使平腹小蜂在这种湿度下发育,以保证羽化后有较强的生活力。调节相对湿度在70%左右,是夏、秋季繁殖蜂种度过蛹期的关键性措施,要注意解决。如果一次采的蜂不足一箱,则在蜂发育至老熟幼虫时,放进电冰箱(约5℃)

抑制发育，积累到足够一箱蜂种时，即开始繁殖。

2. 寄主卵的处理 蚕卵质量的好坏，直接影响平腹小蜂的寄生率和子代性比，这是大量繁殖平腹小蜂工作中的关键问题之一。要充分发动群众，把蚕养好，备有足够数量的寄主卵。以蓖麻蚕为例，养一盒蚕一般可得蚕卵1—1.5斤，用来繁殖平腹小蜂，以寄生率为70%，子代雌雄性比为1：1计，可供200株荔枝树散放。养蚕时间最好不要迟于10月份；11月份以后，气温显著下降，需要加温才能完成蚕的发育，产卵量也低。因此，必须预先计划安排。

蚕蛾产下的卵，最好能每天收集一次。收得的蚕卵放入普通冰箱（5℃下）暂时保存，积累到一定数量，用塑料桶或铁桶装好，标明日期，灌入清水浸过卵面，放在-5℃至-15℃冷库保存，5—8小时后卵和水结成冰块，再在上面加2寸清水结冰覆盖，便可保存八个月以上。

3. 人工大量繁殖平腹小蜂 注意下列各项：

（1）蜂箱的清洁：每批蜂繁殖前，先把蜂箱清洁干净，经过日晒消毒，并细心检查，如发现缝隙、破洞或损坏，须修好才能用。

（2）放种：在蜂发育至蛹后期时（蛹色变黑），便可装进蜂箱内。蜂种数量要适当，蜂量多会互相干扰，过少则寄生率不高，最好每箱放入雌雄蜂各600头。为保证每个蜂箱有足够的蜂数并充分交尾，每次放入蜂种前，先要对亲本蜂（即蜂种）的情况有所了解，一般可在蜂种还处于幼虫阶段以前，随机称取1克（或0.5克）寄生卵作样本，放在较高温度下（30℃左右）发育，赶在放蜂种前完全羽化，同时把整批蜂种称重。样本蜂羽化后，计算雌雄比例及每克雌蜂数。如果性比1：1以下，最好不作种用。根据1克的雌蜂数，可推算出整批蜂种总雌蜂数和可装箱数及每箱蜂种重量。计算公式：

整批蜂种总雌蜂数 = 1克样本雌蜂数 × 整批蜂种重量(克)

整批蜂可装箱数 = 整批蜂的总雌蜂数 / 600

每箱蜂种重量(克) = 放种时整批蜂重量(克) / 整批蜂可装箱数

由于蜂种在发育过程中，新陈代谢旺盛，水分大量消耗，重量显著下降，所以，幼虫期的重量和分装入箱时后蛹期的重量差异是很大的，必须用装箱时的重量，才能准确地算出每箱蜂种的重量。

蜂种放进蜂箱时，要均匀地分布在蜂箱的下板上，不可堆成一堆，以免妨碍蜂种的正常羽化，更不能散布在产卵格中，否则，蜂种羽化时，就会咬破粘在产卵格上的纱纸而逃失。最后，把蜂种记有代次、羽化日期的标签贴在蜂箱上。

(3) 洗卵：在蜂种羽化后第四天，便可把蚕卵放入蜂箱供平腹小蜂寄生。蚕卵放进蜂箱之前，先把卵粒表面的胶质洗净吹干。具体做法是用纱布将卵包好，用水湿透，在纱布表面擦上肥皂（如用洗衣粉，可与蚕卵混在一起），用力洗擦至卵面的胶质脱落为止，然后用清水淘洗干净，放在通风的地方凉干，切勿放在日光下曝晒。洗净的蚕卵最好当天用完，用不完的蚕卵，可放入冰箱冷藏，但不能用水浸泡。洗卵的工作如果做得不好，将会影响寄生率。

(4) 放卵：放卵在晚上或清晨进行。这时温度较低，光线较弱，蜂集中在蜂箱上板，比较安定。在放卵前先把蜂种羽化后留下的蚕卵空壳全部倒出，然后称取洗净晾干的蚕卵 4 克，直接从蜂箱侧面的小圆孔倒进，使均匀分布在蜂箱下板上，然后用双手紧持蜂箱两旁，向上抛动，逐步将蚕卵抛入产卵格的每个斜格内。这种方法简便，减少逃蜂机会，但卵粒分布均匀度稍为差些。另外，在放卵过程对逃出的蜂可用指形管收集，从蜂箱侧面的小圆孔拍进。

(5) 换卵：一次放入蜂箱的蚕卵，只够供平腹小蜂寄生两天，所以每两天要把旧卵倒出，重新放入新卵。倒卵在晚上进行，先把蜂箱内斜格上的卵倒在蜂箱下板上，经半小时后打开放卵

门，将卵倒出，称总重。同时，要称取1克寄生卵样本，作为推算该批蜂的总雌蜂数的依据。然后用纱布袋装好，注明接种日期和代次，并按下表式登记。

繁殖平腹小蜂登记表

寄生日期	样本雌雄蜂数 (1克)	总重量(克)	总雌蜂数	可散放荔枝株数	代 次

蜂种连续繁殖20—30天后，产卵量显著减少，必须更换。所以，在人工大量繁殖开始后，要安排好蜂种的发育，以便替换。

(6)寄生卵的贮存：从10月或11月开始繁蜂，到来年3月放蜂，中间相隔几个月，这就要对寄生卵贮存做过细的工作。如果处理不好，寄生卵就会在散放前大量羽化，造成浪费，或者生活力衰退，释放出去效果不好。

(三)平腹小蜂发育的控制

控制平腹小蜂的发育，在人工利用上十分重要。在正常的年份，11月中旬以后的旬平均温度都在20℃以下，平腹小蜂在这个温度下缓慢发育至预蛹便休眠过冬。但若遇到特殊情况，如冬季旬平均温度在20℃以上，而且持续时间较长，平腹小蜂就可能会继续发育，在未到需要释放时就羽化出来，造成浪费。遇到这种情况，可以利用平腹小蜂预蛹期有较强的耐低温能力的特点，放在5℃左右的冰箱保存，至旬平均温度已稳定在20℃以下时，再移到室外越冬。

3月上旬，荔枝成虫开始活动，卵逐渐成熟，这时的自然气温仍较低，根据多年的经验，休眠越冬的平腹小蜂需要适当加温，才能及时化蛹，及时释放。越冬后的老熟幼虫在26—28℃下，经5—6天化蛹，蛹期6—7天。刚羽化时色淡黄，其后，体节及附肢（触角与足）的颜色显深，由淡黄至深褐，最后变为黑色。

为了便于观察，可将蛹期分为初蛹、中蛹和后蛹三个时期。初蛹体色淡黄至浅褐；中蛹深褐至近黑色，附肢与翅仍紧贴体躯；后蛹黑色，附肢渐渐松开。在上述温度下，初蛹历期2—3天，中蛹2天，后蛹2天。检查方法是把少量寄生卵放在玻璃器皿内，用水浸泡3—5分钟，倒掉多余水分，将玻璃器皿对光观察，便可分辨出蛹期三个阶段。有时卵壳太厚，分辨困难时，可用小刀剖开观察。

在控制平腹小蜂发育时，要根据荔枝卵发育情况结合自然气温变化，调节适当温度以加速或缓慢其发育。一般来说，为了使越冬后的平腹小蜂老熟幼虫能及时化蛹，温度要高些，可放在26—28℃范围内发育。化蛹后，就要根据情况放在自然温度下发育，或在较低温度下（要有昼夜温差）缓慢地发育，做到留有充分的余地。在发育过程中，如果自然气温显著下降，荔枝体内卵的发育速度就会减慢，产卵就会延迟。在这种情况下，就要相应把平腹小蜂放在自然气温下或冰箱中，以缓慢或停止其发育。具体方法可用解剖荔枝成虫，观察卵的发育情况，并结合当地的气象预报（如低温寒潮出现的时间），判断荔枝产卵始期，从而控制好平腹小蜂的发育。如1971年2—3月上、中旬，广州地区天气较好，没有出现持续低温，2月24日剖开荔枝腹部，卵粒同蓖麻蚕卵一样大小，估计经15天左右可产出。这时须把没有化蛹的平腹小蜂放在26℃左右的温度下发育。当荔枝体内卵已经和产出的那样大，但卵壳还较软时，平腹小蜂也应发育到中蛹阶段，经3—5天便要放蜂。

在加温期间，蜂在寄主卵内发育，呼吸旺盛，水分通过卵壳排出，如果贮放在布袋内的寄生卵过多过厚，就会发生潮湿现象，必须经常翻动；也要防止过于干燥，相对湿度要保持在70%左右为宜。

如在放蜂期内遇到低温阴雨，不能如期释放，蜂发育到预蛹期或蛹期，可以放在冰箱内抑制发育。预蛹、初蛹、中蛹、后蛹

在 $0-5^{\circ}\text{C}$ 下冷藏，经30天仍有95%以上的羽化率。即将羽化的蜂蛹，在 5°C 下冷藏21天，羽化率仍在95%左右。

四、大田释放平腹小蜂的方法和效果调查

室内人工大量繁殖平腹小蜂，是为了大田释放防治荔枝。要做好这项工作，达到预期的效果，除了培养强壮的蜂体外，还必须对周围环境作系统的周密的调查和研究，了解气候变化的特点，掌握荔枝的发生规律，采取灵活机动的方法，确定大田放蜂时间及数量，做到有的放矢，才能收到良好的防治效果。

（一）平腹小蜂的释放适期和释放量

为了正确判别平腹小蜂的释放适期，更恰当地控制蜂的发育，侦察好虫情，注意当地气象台（站）的天气预报是十分重要的。在广州地区，2月下旬起定期解剖越冬荔枝成虫，观察雌虫体内卵发育进度，结合气象因素来判断它的产卵日期，做好控制平腹小蜂的发育，以便在需要放蜂时能迅速放出。根据群众的实践经验，广东中部地区，荔枝一般在3月上、中旬开始产卵，3月中旬为释放适期。但是由于小环境气候不同，荔枝虫口密度有差异，放蜂时间要根据当地具体情况而定。

放蜂量要根据荔枝园有无杂树间种、荔枝树冠大小及荔枝数量而定。根据历年经验，荔枝树中等大小，平均每棵树的荔枝成虫200头以下；无杂树间种，每棵树放蜂量为600—1000头雌蜂，分二至三批放出。分三批放蜂的，蜂量比例为2：2：1；分二批放蜂的，蜂量比例为1：1，每批放出的间隔时间为8—10天。

如果荔枝树荔枝数量大，平均每棵荔枝树在200头以上，可先用敌百虫喷杀，减小虫口密度，喷药后4—5天再放蜂。

（二）平腹小蜂的释放方法

释放平腹小蜂，是将已寄生的卵（卵内的蜂已发育到后期），按一定卵量分放到荔枝树上，让蜂自行羽化。释放的步骤

和具体做法如下：

1. 准备放蜂用品

柿胶：一般要在自然温度下蒸发成稀糊状才用。

纸：最好用牛皮纸或鸡皮纸，这类纸质较韧，不易吸水。若一时找不到这种纸时，可用两张光面纸用柿胶粘合成一片使用。

防蚁油：可用黄油或机油加少量六六六粉（5斤黄油加6%六六六粉0.2斤），搅拌成糊状而成。

2. 粘卵放蜂 将纸张剪成长7厘米，宽4—5厘米的纸片，一般每棵树一次需用两块纸片（树冠较大的可酌量增加）。先计算好每块纸片需粘的寄生卵量，用毛笔将柿胶涂抹纸片的中、下部（约占 $\frac{2}{3}$ 的面积），然后撒上寄生卵，将多余的抖下，待晾干后用钉书机钉在荔枝树冠下层的叶片上（图35）。

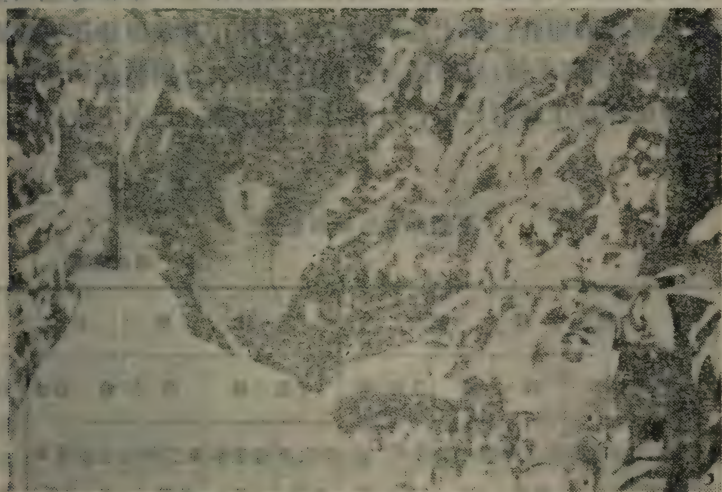


图35 公社社员在散放平腹小蜂

（三）放蜂试验区的选择和效果调查

人工释放平腹小蜂后，要想知道它对荔枝卵的防治效果，可设放蜂区和对照区加以比较。放蜂区要选择无杂树间种并且较为

独立连片的荔枝园，面积在10亩（150棵）以上。对照区可以是任何防治方法都不采用的荔枝园，也可以是药剂防治区。对照区的条件，如荔枝成虫的密度、荔枝品种、树冠大小、栽培技术和开花植株多少，应与放蜂区大致相同。此外，放蜂区和对照区相隔要在200米以上，以避免平腹小蜂扩散迁移，造成人为的误差，影响对照比较的准确性。

放蜂效果的好坏，可用荔枝卵寄生率和若虫残存数来判断。其调查方法，可采用对角线五点取样法，在对角性的各点中取植株3—5株，采摘一定数量的卵块，每区每次调查荔枝卵50块以上。寄生率调查，可在第一次放蜂后一个月左右进行，以后每隔10天调查一次，共3次。方法是在样本植株上细心检查叶片上的卵块，将下列四种卵块摘下：已寄生变成灰褐色的；将孵出若虫，卵壳变红色的；被寄生后已羽化出蜂的卵壳；未被寄生而荔枝若虫已孵化的卵壳。除上述四种卵块以外，其余卵块还有被寄生的可能，均不能采摘。放蜂区与对照区的卵块分别装载和注明，待若虫孵化和寄生蜂羽化后，分别计算百分率，记入下表。

荔枝卵寄生率调查表

调查地点_____

调 查 日 期	放 蜂 区						对 照 区					
	平腹小蜂		跳小蜂		总寄 生率 (%)	卵粒 总数	平腹小蜂		跳小蜂		总寄 生率 (%)	卵粒 总数
	寄生卵 粒数	寄生率 (%)	寄生卵 粒数	寄生率 (%)			寄生卵 粒数	寄生率 (%)	寄生卵 粒数	寄生率 (%)		

若虫残存数调查,可在5月中旬后进行(药剂防治区在生产上已施过2—3次药)。方法是在放蜂区 and 对照区按照采取方法选择有代表性的植株,用400—500倍敌百虫液喷杀,使若虫中毒掉地,然后检查若虫数量,并按各龄若虫数,分别记载于下表。

放蜂区、不放蜂区或喷药区荔枝若虫调查表

地点_____

日期_____

调查样本	放蜂区(头/株)			不放蜂或喷药区(头/株)		
	总若虫数	四龄以上	三龄以下	总若虫数	四龄以上	三龄以下

利用捕食螨防治柑桔红蜘蛛

中国农业科学院柑桔研究所 张格成

柑桔红蜘蛛 (*Panonychus citri*) 在我国柑桔产区均有发生,对柑桔苗圃和幼树为害最烈。五十年代,柑桔红蜘蛛在国内大多数桔区并不严重,不是主要害虫,防治上用石硫合剂,效果较好。六十年代以来,应用药剂多以有机磷为主和三氯杀螨砒、氯苯砒螨卵酯、三氯杀螨醇以及杀虫脒等,都对红蜘蛛有较好的防治效果。但是,红蜘蛛年发生代数多,繁殖迅速,虫口很快恢复到原有的密度,必须经常施药。加之这些药剂耐碱性差,不能和防治溃疡病的波尔多液等碱性药剂混用;多次连续大量不合理的施用后,柑桔红蜘蛛已对上述农药产生了抗性,由单一的抗药性向复合的抗药性发展,使该螨从次要害虫上升为主要防治对象。不少桔区反映红蜘蛛,越用药杀,发生数量越多,越难防治。广州郊区竹料公社罗村大队柑园,1975年喷药58次,其中三分之一用以防治红蜘蛛。四川巴县桔区,六十年代初,20%乐果乳油4000倍液防治该螨,效果在95%以上;中期用1000倍液,有80%的效果;后期250倍液,效果仅20—30%。七十年代初期,乐果对红蜘蛛失去效力;1977年夏初,用40%乐果50倍液处理常用乐果的桔园的红蜘蛛无效。柑桔红蜘蛛对三氯杀螨砒的抗性,在第六世代开始急剧上升,到第十二世代(共喷药10次),抗性比原来增加250倍。该螨一旦产生抗性,抗性种群就会在田间的虫口密度中占绝对优势,必须长期停用这种杀螨剂。

柑桔红蜘蛛的成螨、若螨、幼螨均为害柑桔的叶片、绿色枝梢及果实,严重地影响柑桔树势和产量,常年损失20%左右。有

的地方，个别年份，叶片大部落光，小枝枯死，当年产量损失几乎达100%，是导致柑桔当年减产和形成大小年的主要原因之一。

柑桔红蜘蛛多以卵和雌成螨越冬，年发生代数，随地区温度的高低而异，华南广东饶平及广州、广西和湛江等地，年平均温度在20℃左右，一年可发生20代左右；四川东南部年平均温度18℃左右，发生16—17代；浙江东部、江苏南部、江西中部桔区，年平均温度15℃以上，发生12—15代。世代重叠，在田间随时都可见到各个虫态。冬季在甜橙上，当年生秋梢上的虫口密度常比同龄的夏梢、春梢上都大，前者为后两者虫口数的2—4倍。在我国柑桔区的田间消长规律，其虫口数量，除每年8月高温季节较少外，其余时间均较多。在成年柑园上常只有一个高峰，属单峰型。在苗圃上盛发期，属双峰型。据1960年广东饶平调查，第一高峰期在6月下旬至7月下旬，第二高峰期在8月下旬至10月下旬。在重庆的第一高峰期要比饶平早，第二个高峰期要比饶平晚。

一、药剂对柑桔红蜘蛛天敌的影响

我国柑桔红蜘蛛的天敌种类和数量均较多，特别是施用化学农药较少的柑桔园大为丰富。据已有资料记载和我们的调查，有捕食螨20种，蜘蛛3种，蟾蜍2种，脉翅目的草蛉、粉蛉9种，红螨蝇、叩头甲和方头甲各一种，蓟马3种，瓢虫10种，寄生菌3种，共计53种。

据调查，药剂对天敌种群数量有较大影响。经常施用化学农药的柑园，柑桔红蜘蛛的天敌种群数量均稀少（表1、2）。

可见，使用农药不合理会大量杀伤柑桔红蜘蛛的天敌，特别是钝绥螨等主要天敌。而人为繁殖、释放和保护利用捕食螨，结合施用少量选择性农药挑治，加强田间管理，合理间作，种植和

表1 不同防治措施对柑桔红蜘蛛天敌数量的影响
(广州, 1976)

调查日期 (月/日)	防治措施	钝绥螨	长须螨	草蛉	蜘蛛
4/30	综防园	26	1	3	3
	化防园	8	0	4	1
5/15	综防园	16	2	10	15
	化防园	0	1	1	4
5/30	综防园	25	0	4	16
	化防园	1	1	3	15
6/14	综防园	30	0	1	25
	化防园	6	1	2	20
6/30	综防园	5	1	1	25
	化防园	0	2	0	17
总计	综防园	102	4	19	84
	化防园	20	5	10	57

表2 不同防治措施对柑桔红蜘蛛及其天敌钝绥螨出口数量的影响
(四川自贡)

年 度	项 目 防治措施	3 月		4 月		5 月		6 月	
		红蜘蛛	钝绥螨	红蜘蛛	钝绥螨	红蜘蛛	钝绥螨	红蜘蛛	钝绥螨
1977	化 防	7.9	0	10.8	0	16	0	18.1	0
1978	生 防	0.5	0.02	1.21	0.03	0.23	0.02	0.14	0.03

保存有利于柑桔生长和天敌生存繁衍的桥梁寄主植物等措施，是综合控制柑桔红蜘蛛的有效途径。据近年来在四川、广东等地大面积生产上的实践证明，比单一施用农药防治，可以节省50—90%的费用。

二、繁殖利用捕食螨防治柑桔红蜘蛛

根据多年来在四川、广东、广西、云南等省柑桔园内调查，柑桔红蜘蛛的天敌中，均以蛛形纲的捕食螨为主，常占天敌总数的60—90%（表3），控制红蜘蛛的为害起着重要的作用。1961年中国农业科学院柑桔研究所在北碚柑桔园内先后发现植绥螨科的钝绥螨（原名畸螯螨）、长须螨科的具瘤长须螨（原名红色捕食螨）及大赤螨。至1974年，中国农科院柑桔研究所、广东昆虫所、华南农学院、复旦大学、江西大学等有关单位先后分别在四川、广东、上海、江苏、江西、北京、山东、河南、湖北、湖南等省市开展了捕食螨的种类调查，进行了生态学、繁殖释放、保护利用等方面的研究。已查明我国的捕食螨有70余种。我国柑桔红蜘蛛的捕食螨主要属于植绥螨科（15种）、长须螨科（2种）和大赤螨科和绒螨科等种类。已在柑桔生产上推广应用的种类有尼氏钝绥螨（*Amblyseius nickdsi*）、纽氏钝绥螨（*A. newsarni*）、德氏钝绥螨（*A. deloni*）、长刺钝绥螨（*A. longispinosus*）和拉哥钝绥螨（*A. largoensis*）和具瘤长须螨（*Agistomus exsertis*）等。

（一）植绥螨的生物学特性

植绥螨具有发育历期短，喜食柑桔叶螨，食物范围广泛，在植株上的分布、发生时期与柑桔红蜘蛛相趋一致，对部分农药有抗性等优点，如此能获得较为满意的控制效果。

1. 个体发育 植绥螨科的螨类发育历期的长短，随温度的高低而异，在20—30℃的适温范围内，由卵发育至成螨再产卵仅

表3 柑桔红蜘蛛天敌种类组成调查

调查日期	调查部位	钝绥螨	塔六点 蓟马	长须螨	食螨瓢虫	草蛉	蜘蛛类
1962年6—7月重庆	一年生春梢叶	116	0	—	2	3	—
1962年6—7月重庆	一年生秋梢叶	42	0	—	0	1	—
1962年6—7月重庆	果 实	33	0	—	0	7	—
1962年6—12月重庆	一年生秋梢叶	159	4	—	3	—	—
1963年3—5月重庆	二年生梢老叶	342	29	—	1	0	—
1963年3—5月重庆	一年生春梢叶	210	29	—	15	0	—
1976年4—6月广州	叶 片	102	—	4	—	19	84
1977—1978年巴县	叶 片	387	12	—	75	15	—
1978年3—6月自贡	叶 片	1774	5	—	8	—	—
1980年1—6月泸州	叶 片	531	81	30	16	11	36

10.91—4.17天；卵期3.22—1.03天，最短的仅8小时左右；幼若螨历期平均8.1—5.5天，而且每次蜕皮的静止期短（表4.5）。

据中国农业科学院柑桔研究所在重庆室内自然温度下系统饲养的结果，当日均温在15℃以上至27.8℃时，从卵发育到成螨再产卵为4—7天。在我国柑桔产区每年可发生16—55.9代，在重庆30代左右。各虫态历期中，以成螨历期最长，平均18.9—40.9天，最长的达107天，一般雄的寿命比雌的短；卵期1—3.6天，幼螨1—2天，若螨0.34—2天。据热作研究院林延蒙（1978）研究指出，纽氏钝绥螨卵的发育起点温度为16.6℃，有效积温为

表4 纽氏钝绥螨在不同温度下的世代发育历期

(广东湛江, 1978)

温 度 (℃)	观察螨数 (头)	卵 期 (天)	幼 螨 (天)	前若螨 (天)	后 若 螨 (天)	产卵前期 (天)	世代历期 (天)
30	10	1.03	0.9	0.46	0.59	2	4.17
25	15	1.00	1.06	0.97	1.03	1.5	5.59
20	20	3.22	1.55	1.66	1.46	3	10.91

表5 尼氏钝绥螨在不同温度下的个体发育与产卵量

(重庆, 1978 食料: 蓖麻花粉)

温 度 (℃)	卵 期 (天)	幼 螨 (天)	若 螨 (天)	成 螨 (天)	产 卵 量 (粒)
20—21	2.13	1.58	1.00	19.1	21.8
25	1.31	2.06	0.95	—	—
30	1.24	1.50	0.89	20.5	19.3

10.8日度, 完成一世代的有效积温为65.8日度。

植绥螨科的捕食螨发育历期短和成螨寿命长, 有效捕食日数多, 是其优良性状之一。在适温(20—30℃)范围内, 个体发育速度比柑桔红蜘蛛快2—4倍, 这就能保证在短期内迅速增大种群数量, 收到良好的控制效果。

2. 交配及产卵 成螨出现后立即取食, 几小时内便进行交配。交配时雄螨主动接近雌螨, 摇动它的触肢和第一对足。当接近雌螨体末端部时, 雄螨便爬在雌螨腹部下面, 然后反过来把腹腔对着雌螨, 两者腹面相贴合, 这时雄螨用腿抓紧雌螨, 并用它螯肢上的导精趾把精球转入雌螨的受精囊中。交配时如遇惊动, 雌螨便带着雄螨在枝叶上快速地活动, 时间长达0.5至数小时。多

数植绥螨的雌螨一生只交配一次，便能正常产下全部的卵。许多植绥螨不经交配就不能产卵。当雌螨变成后，处女雌螨离开雄螨40—41天后，若把它们放在一起，同样可交配、产卵，不交配不产卵。如果雄螨在第一次交配后就移开，雌螨就只产几天的卵，以后不再产卵，直到再行交配后才产。有的种类在交配后雌螨将雄螨吃掉，在饲养后期雄螨越来越少。有少数种类不交配行产雌单性生殖。有的种类一个雄螨在同一天内可和4—5个雌螨交配，交配时间相隔3—22分钟；第一次比后几次交配的时间更长，已交配过的雌螨有时可以在产卵前期、产卵期和同一雄螨或其他雄螨再交配，以增加产卵量。在群体大量饲养中，后期常将数盘合并，增加两性接触交配的机会，以增加产卵量。

田间卵多散产在柑桔叶背主脉两侧的凹陷处，蛛丝或啮虫的丝网和其他植物叶片的绒毛上，有时亦产在叶面及柑桔果实的果脐和果蒂的萼片上，多时数十粒在一起。产一粒卵需几秒钟，当卵产下后用触肢检查卵粒，4—6小时后再产第二粒卵。雌成螨一生均可产卵，交配后1—2日开始产卵，2—3日进入产卵盛期，以后逐渐减少，产卵期长达25—40日左右，但产卵期多集中在前半个月（图36）。后期常产出一些无效卵，其颜色略黄而小或呈椭圆形，死亡前几天停止产卵。平均每头雌螨一生产卵15.8—51.8粒，最多达100粒。在相对湿度60—90%、日均温25—30℃的高温下，食料丰富时产卵多；低温15—20℃和食料缺乏时产卵较少。日产卵量，日均温20.5—27.8℃时，平均产1.7—2.7粒，多达7—8粒；12.4—19.3℃时，日产1.4—1.6粒。日均温低于10℃时，一般不产卵，即不能孵化或孵化后幼螨发育缓慢，不能发育为成螨而夭亡。卵的孵化率高，在80—100%之间。

3. 性比 植绥螨的成熟个体，一般是雌多雄少。据作者1978—1979年先后在室内大量繁殖中调查二十次，2067头成螨，雌雄性比为1 : 0.55。雌雄的多少，常随食料的种类而异，以茶花粉为食料的性比为1 : 0.1—1 : 2.1；饲喂山茶花粉的为1 : 0.4—

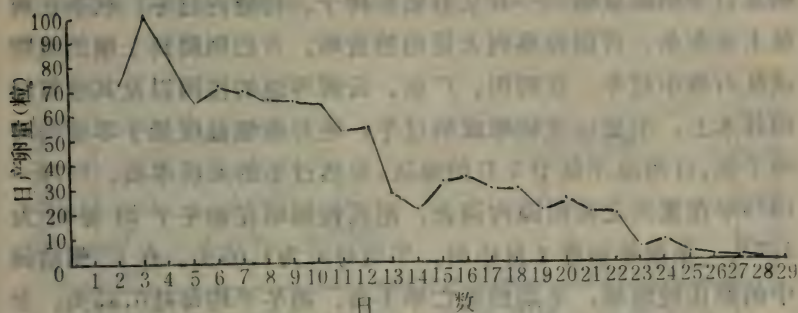


图36 尼氏钝绥螨雌成螨(26头)逐日产卵量

1 : 0.5; 饲喂蓖麻花粉的为 1 : 0.4—1 : 0.6; 丝瓜花粉为 1 : 0.4—1 : 5。

4. 残杀性 钝绥螨在食料缺乏或虫态不一致时, 均要引起残杀。残杀率的大小依虫态而异, 不仅成、若、幼螨间要互相残杀, 而且成若螨要残杀卵(表6)。因此, 在田间一旦害螨被消灭殆尽, 而钝绥螨的虫口密度又大, 交替的饵料不能满足的情况下, 便要弱肉强食, 这是导致钝绥螨种群数量减少的直接原因之一。

表6 尼氏钝绥螨各虫态残杀性比较

(重庆北碚, 室内, 1974年)

供试虫态	供试虫数 (头)	4日内残杀死亡数 (头)	残杀率(%)
成 螨	24	13	54.17
幼 螨	14	10	71.43
成 螨 : 卵	12 : 12	5 : 1	41.67 : 91.67
成螨 : 若螨	12 : 12	7 : 0	58.33 : 100
若 螨 : 卵	8 : 8	5 : 0	62.5 : 100

5. 过冬和滞育 在梨、苹、桃等多年生落叶树上，许多种植绥螨是以受精雌成螨20—30头群集在树干、树缝内过冬，秋季在树枝上系布条，可以收集到大量的捕食螨。有的则爬到土壤的缝隙或乱石堆中过冬。在四川、广东、云南等地的柑园以及其他常绿的林木上，主要以受精雌成螨过冬；绝对最低温度低于零度的时间不长，日均温不低于5℃的地区，自然过冬的成活率高。1978—1979年在重庆北碚柑园内调查，尼氏钝绥螨在初冬平均每叶为0.7头，至翌年初春2月中旬，平均每叶为1.05头。在广州桔园中的德氏钝绥螨，冬期的死亡率不高，初冬平均每叶0.45头，至翌年3月上旬仍达每叶0.25头。有的年份冬季如遇低温和干旱，过冬成活率低，仅20%。大树和常绿树上过冬的成活率比小树和落叶树上的高，这些都是早春捕食螨种群数量跟不上害螨种群发展的重要因素。

据在重庆多年的观察，每年12月下旬至翌年2月上旬，当日均温低于10℃以下时，田间和室内均未发现卵和初孵幼螨，而成螨的活动和取食也较少；在2月中旬至12月中旬，日均温在10℃以上，成螨在田间和室内均可产卵，卵亦能正常孵化，在田间各虫态均可见。由此认为钝绥螨在田间的有效利用期是2月中旬至12月中旬，时间长达10个月左右(图37)。据报道光周期12小时能诱发盲走螨(*Tgphlodromus caudiglans*)进入滞育，11.5小时以上的光照可引致钝绥螨(*Amblyseius similis*)滞育。温度在引起滞育上也很重要。

6. 食性和食量 植绥螨科的食物相当广泛，除捕食多种害螨外，还可利用多种植物的花粉、花蜜、真菌孢子、一些蛱虫、粉虱、啮虫的卵与幼虫及其分泌物和宿主植物的汁液为食料。捕食螨可以吸取猎获物身体各部的内部成分，一般喜欢取食害螨的后半体部分。多数情况下，害螨的大部分体液未被吸尽，便弃尸而去。

捕食螨的幼螨一旦孵出，便活动自如，随即取食水分和害

螨，但有的种类只须水分不取食害螨和其他食物便可生存。在田间钝绥螨可捕食矢尖蚧 (*Unaspis yanonensis*)、黑刺粉虱

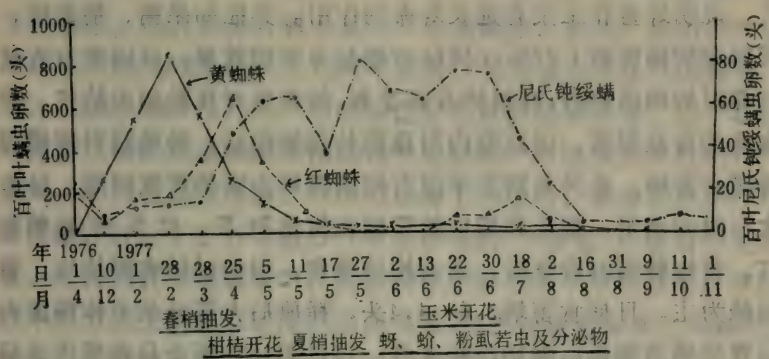


图37 尼氏钝绥螨与柑桔叶螨田间消长
(1977, 北碚歇马)

(*Aleurocanthas spinifrus*)、柑桔粉虱 (*Dialeurodes citri*) 等的初孵幼虫和一种啮虫目昆虫的若虫和卵。在柑园中害螨密度低、食物缺乏时，上述昆虫可作为交替食料，维持和发展其种群数量很有作用，但不一定是嗜好的食料。在3—4月间曾用清洁而无任何害虫和经过彻底冲洗的柑桔叶片饲养钝绥螨的雌成螨，未冲洗的叶片15天后大部分捕食螨能存活，而冲洗过的叶片上5天后就只有20%存活，15天后全部死亡，证明柑桔叶片和害虫分泌物（蜜露）及微生物是捕食螨的食物。生产实践证明，在柑桔害螨虫口数量很低时，捕食螨仍能维持一定数量和引起种群数量的增长，同样可以进行人工释放一定数量的捕食螨，建立群落，防患于未然。

钝绥螨以栎树、茶、山茶花、丝瓜、蓖麻、油菜、蚕豆、豌豆、紫云英、油棕、玉米、油松、柑桔等植物花粉饲喂，均能完成个体发育，并能产卵。其中以前十种的效果好，特别是以栎树、茶、山茶花、丝瓜的效果最好，日平均产卵2粒左右。若能

以几种花粉混合饲喂效果更佳，产卵更多。以蜂蜜原液和50%的稀释液分别加入2%的蜂王浆饲喂尼氏钝绥螨均能完成个体发育，并可产少量的卵，比用柑桔红蜘蛛饲喂的寿命要长0.3—2.1天，说明蜂蜜和王浆有延长寿命的作用。其他如果糖、葡萄糖、蔗糖等的稀释液（20%）同样有增长寿命的效果，可以作为大量饲养时的辅助饲料。在柑桔开花季节，钝绥螨对花粉和柑桔红、黄蜘蛛的喜食程度，以及室内用花粉长期繁殖后，释放到田间能否再捕食害螨，是关系到春季能否控制害螨为害的严重问题。经多次在田间测定，尼氏和组氏钝绥螨在柑桔和茶、丝瓜等花粉和红、黄蜘蛛同时存在时，三者均被取食，但仍以捕食柑桔红、黄蜘蛛为主，日捕食害螨2.8—4.4头，释放后大部分的个体肠道内呈现叶螨的颜色。据1978年4月、11月和1979年2月在重庆北碚柑园中调查1009头钝绥螨，捕食柑桔红蜘蛛后肠道中呈红色的有818头，捕食的占83.7—100%，平均93.9%。

钝绥螨捕食一头柑桔叶螨的成、若螨需1—3分钟，捕食一粒卵只需1—2分钟。夏威夷植绥螨（*Phytoseilus macropilis*）的雌螨取食一头柿红叶螨的卵、幼螨、若螨或成螨分别需3—5、4—7、9—13或15—24分钟。静止期的害螨常首先被捕食。有时害螨的同一个体常数次被捕食螨的同一个体或另一个体所取食。尼氏钝绥螨以柑桔红蜘蛛为食料时，钝绥螨的幼螨喜食红蜘蛛的卵，平均每天捕食7粒；钝绥螨的若螨则喜欢捕食红蜘蛛的幼、若螨，平均日捕食5头；雌成螨每日可捕食红蜘蛛若螨10头左右，卵9—29粒，平均17.1头。钝绥螨雌成螨日捕食黄蜘蛛（*Eotetranychus kankitus*）卵8—46粒，平均6.8—26.5粒，若螨7.8—13.8头，最多65头；若螨日捕食黄蜘蛛卵，平均12.8—14.5粒，最多44粒，日捕食黄蜘蛛若螨7.8头，多时达35头。尼氏钝绥螨的有效捕食日数为15—45天，一生可摄食柑桔叶螨的若螨或卵200—500头。以多食性跗线螨（*Polyphagotarsoemus latus*）为食料，平均日捕食10.5头，最长达27头。以柑

桔黄蜘蛛为食料，日产卵1—7粒，平均1.3—3.4粒；以木瓜红蜘蛛为食料，平均日产卵1.7粒。捕食叶螨的量是雌成螨>雄成螨>第二若螨>第一若螨>幼螨。捕食雌成螨的产卵盛期的捕食量最大，此时如果食料丰富则产卵量就多，因此，在田间柑桔叶螨发生的高峰期或代用食料丰富时，常是捕食螨盛发的季节。

7. 栖息场所和行为 植绥螨比较喜欢荫湿的环境。适于在枝叶茂密、树势旺盛的阴山柑园内生存繁殖。植绥螨主要以爬行、借风力和其他昆虫传播。在柑桔植株上的分布，绝大多数在叶片上活动，枝、干上分布较少，果实的果脐和果蒂上也有一定数量。当害螨有一定数量时，树冠的中上部较多，下部较少；在树冠不同方位上的虫口密度以东面为最多，内部和南面次之，西北面较少。有的钝绥螨白天栖息在树冠内部和下部的荫蔽处，晚上爬至外围叶片上捕食红蜘蛛。据1976年在重庆北碚柑园内调查十次的结果，说明尼氏钝绥螨在树冠内部叶片上的虫口密度多于外部叶片上的一倍左右，且多在叶背栖居，占86%；叶面较少，仅占14%。事实说明钝绥螨生活在害螨较多的地方，栖居的环境与柑桔红、黄蜘蛛等害螨相趋一致。

植绥螨在柑桔类植物上的虫口密度，以叶身大而略微反卷的凹凸不平的柚子叶上最多，平均每叶可达4.3头，最多一叶达14头；甜橙次之，平均1.4头；椪柑1.2头，最多的一叶达4.2头；红桔因叶小虫口密度较少。其他植物，如蓖麻、苏麻等叶片由于叶身大，平均每叶上可达24.2头和17.1头，最多一叶上达72—116头；丝瓜叶上的虫口数量亦大，每叶4.5头，最多达44头；辣椒每叶1.3头，最多达19头。夏、秋季在若干种阔叶的一年生和多年生植物叶片背面均可发现植绥螨的个体。

8. 对农药的反应 据在重庆用12种农药在室内喷射尼氏钝绥螨雌成螨的试验，该螨对50%马拉硫磷1000倍液，40%乐果1000倍液，50%保棉丰2000倍液，15%杀虫畏400倍液，50%西维因500倍液，石硫合剂1°Be，24小时后的死亡率为100%，不能抵

抗。对三氯杀螨砒600、800倍液三日后的死亡率分别为81.6%和69.1%。酸性砒酸铅200倍液，二日后的死亡率为86.7%；石硫合剂0.3、0.5°Be，一日后的死亡率为20%和86.7%，有一定的抵抗力。76%托布津500倍液，50%多菌灵250倍液，65%代森锌600倍液，三日后的死亡率分别为5.4、0、2.6%，能够抵抗，但前二者钝绥螨雌成螨产卵较少，后者对初孵幼螨的成活率较低。100亿/克青虫菌500倍液，三日后的成活率为100%，且对初孵幼螨无影响。

在广州室内用21种农药喷雾和液浸药膜法处理组氏钝绥螨雌成螨的试验，喷雾法处理后四日的死亡率，25%滴滴涕乳剂400、600倍液，松脂合剂18倍液，80%代森锌粉剂800倍液，石硫合剂0.4°Be分别为36.4、11.6、11.1、61.5、55.0%；95%敌百虫，50%马拉硫磷，80%滴滴畏等1000倍液和40%乐果，50%三硫磷2000倍液与洗衣粉500倍液的死亡率均为90%，对卵的孵化无影响。45%代森锌900倍液的死亡率为100%。液浸和药膜处理，20%三氯杀螨醇、25%巴沙乳剂、多菌灵1000倍液，四日后的死亡率分别为10.5、24.4、22.1%；三氯杀螨醇、25%西维因600倍液分别为29.8、2.7%；石硫合剂0.3°Be、0.4°Be，胶体硫500倍液，80%巴丹5000倍液，2%叶蝉散(加2%茶麸粉200倍液)，6%可湿性六六六160倍液，波尔多液0.5:0.5:100，分别为10.0、24.8、24.7、28.9、23.1、6.3、79.3%；对托布津1000倍液完全能抵抗，死亡率为零。

从上述试验结果得知，钝绥螨对托布津、多菌灵、石硫合剂、青虫菌等杀菌、杀虫剂有抵抗力，对代森锌、胶体硫、西维因、六六六、滴滴涕、巴沙等药剂有不同程度的抵抗力。尤其青虫菌、西维因等药剂对多种害虫的防治效果好，而对钝绥螨的杀伤力又不大，是很有应用前途的选择性农药。三氯杀螨醇和三氯杀螨砒对钝绥螨毒性较低，而对柑桔红蜘蛛虫和卵的防治效果均好。

（二）植绥螨的人工繁殖技术

1. 人工繁殖害螨生产钝绥螨 智利小植绥螨 (*Phytoseiulus persimilis*) 和智利植绥螨 (*P. oriegei*) 等捕食螨的人工繁殖, 均采用三间温室或多个盘子种植害螨的寄主与用寄主的叶片来繁殖大量的害螨, 然后用害螨来生产植绥螨。此法已为西欧、北美、东亚等很多国家在七十年代所采用。它的优点是所生产的植绥螨一直是以害螨为食物, 生活力较强; 其缺点是成本高, 同一时间内要栽培管理好一种作物 (菜豆) 和繁殖两种螨, 在隔离和相互间的衔接上, 要密切配合才能收到较好的效果。

2. 利用植物花粉等代用饲料人工大量繁殖钝绥螨

(1) 繁殖室: 要求温度 $25-30^{\circ}\text{C}$, 湿度 $70-90\%$ 。在四川 4—10月, 广东 3—11月间, 日平均气温多在 $20-30^{\circ}\text{C}$ 之间, 只需控制湿度即可。选一冬暖夏凉, 无异味, 空气清新, 能密闭, 灰尘少, 有一定光线, 高度在 2.5 米的房间。面积大小视养虫架、柜子多少与繁殖钝绥螨的数量而定。严防蜘蛛、蟑螂、跳虫、老鼠等潜入。冬季和早春当日均温低于 20°C 以下时, 如要大量繁殖钝绥螨供春季 3—4 月释放, 繁殖室需要有电、火炉等升温 and 自动控温等装置, 专门建筑或用已有房间改建。在四川重庆、自贡、泸州、绵阳等地已建有双层空心砖墙, 用电、火炉升温的钝绥螨繁殖室, 每年繁殖钝绥螨数以千万头计, 用 1 克花粉可生产钝绥螨 2—5 万头。

(2) 器具: 养虫架、柜用木头或角钢作成长、宽、高 $1.5-1.8 \times 0.55 \times 1.8-2$ 米, 脚高 10 厘米, 每 20 厘米左右一层。5—20 倍手持放大镜、医用镊子、剪刀、画眉笔、八瓦台灯、干湿球温度计、脱脂棉、黑布、花粉等。饲养工具用直径 15—17 厘米, 高 3 厘米的瓦钵、塑料皿以及长、宽、高为 $23 \times 17 \times 3$ 厘米、 $26 \times 21 \times 3$ 厘米、 $45 \times 40 \times 3$ 厘米的搪瓷盘均可作容器, 内铺一块厚约 1 厘米比容器小 1 厘米充分吸水的聚氨酯塑料泡沫, 其上铺一黑布, 布上面再铺一块防水的聚乙烯塑料薄膜, 四周渗入清水, 从

上到下每层略小一点（图38）。饲喂初孵幼螨应尽量保持安静、阴暗和较高的湿度，充足的水分和饲料的供应是养好幼螨的关键。

（3）接种：用画眉笔笔尖蘸少许清水，将已交配的成螨移入饲养盘中，1平方厘米饲养面积接种成螨1—2头，卵2—3头为宜，过多互相干扰，过少花工量大。

（4）虫种来源：田间引种，在用药次数多停止施药后发生钝绥螨的桔园中，将有钝绥螨的桔叶摘下装入用针刺有若干小孔的薄膜食品袋或80目的尼龙纱袋中。运送时袋口前者不宜密封，后者应束紧。盛虫袋切勿阳光直射，应装在有孔的纸箱内运送。温度过高，湿度过大或过分干燥均会引起虫子的死亡和逃跑。

室内引种，用长10厘米，直径1厘米的指形管，管底盛清水少许，塞入与管壁内径同等大小厚约1厘米的聚氨酯塑料泡沫，并在上铺垫一张滤纸，接入当日产下的卵300粒左右，在管壁上半部的四周撒一薄层花粉，然后用尼龙纱块和皮筋封闭管口，数支束在一起，立放于纸盒内。如在高温季节运送，可用冷藏瓶或用塑料袋装泡冰降温以延缓螨卵的发育。

（5）保种过冬越夏：冬、夏田间红蜘蛛发生的高峰期之后，一般不需要室内大量繁殖钝绥螨。在四川重庆经几年的实践证明，冬季11月中旬至12月上旬从田间引种钝绥螨于室内保持温度5—10℃，湿度80%左右，每隔5—7日换喂一次新鲜花粉，至翌年2月中旬，历时3个月，成活率在47.5—92.9之间。自然低温保种不仅花工少，成本低，而且成活率高，效果好。相反温度高于10℃以上产卵繁殖，引起螨体体力消耗，低于5℃以下要引起大量死亡。湿度低于60%以下死亡增多。盛夏高温干旱季节，宜在室内适当降温（30℃以下）保湿，进行少量的繁殖和保种。

（6）管理：成螨接种后2—3天便可大量产卵，每个产卵巢上有卵数十粒，应每日或隔日收卵一次，用以田间释放或扩大

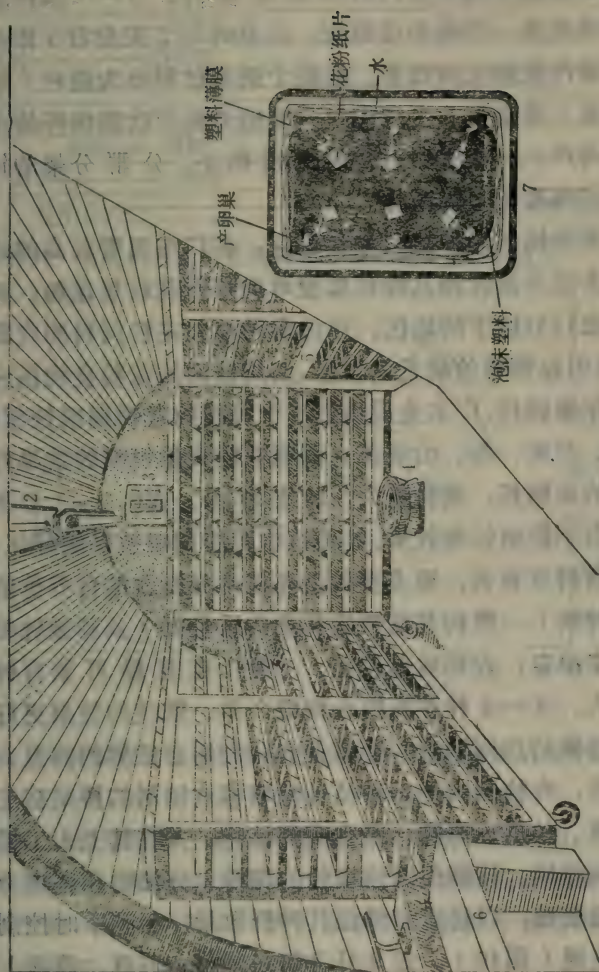


图38 地下升温养虫室(剖面图)

1. 日光灯
2. 紫外线杀菌灯
3. 温湿度计
4. 电炉
5. 养虫架
6. 工作台
7. 饲养盘

再繁殖之用。如不及时收移，卵量过多陆续孵化，虫态发育不一，酿致残杀，反而影响数量的增加，接种后每周可增长4.7—11.8倍。在高温下饲养盘内的水质易变坏，5—7天应更换一次；花粉或糖液一旦缺少或霉变，应及时（2天左右）添加，以免引起环境污染和互相残杀。把整个饲养过程分为接种（饲养幼螨）→育成（准备投入生产的）→繁殖（每天收卵供释放）→释放（在室内产7—10天卵后释放到田间）。分群分架的饲养方法，使生产规范化，程序化。

（7）花粉饲料的种植贮藏和供应：在广东温度较高的地区，只要种植少部分蓖麻和几株丝瓜便可周年开花收集花粉；而在四川年均温在18℃以下的地区，应注意种植和花粉饲料的收集和贮藏，否则易引起饲料的缺乏闹饥馑，四川桔区的花粉食物供应链见图39。近年来四川、广东先后用近二十种植物花粉饲喂钝绥螨，结果以栎树、丝瓜、茶、山茶花、蓖麻花粉大量饲喂的效果好，且这些植物的花期长，花粉量大，收集容易，在0.5—1℃下冷藏3个月左右不影响饲喂效果。各种植物花粉饲喂效果的好坏，不仅与花粉的新鲜度有关，更主要的是花粉本身所含的营养价值和采收花粉的时期（一般初花期和盛花期的质量好）及刺激钝绥螨的食欲能力来决定，否则效果较差。一般1克花粉可繁育钝绥螨3—5万头。2—3种花粉混合饲喂产卵、繁殖的效果更好。

3. 钝绥螨的田间繁殖 在盛夏充分利用自然界的高温，保证一定的湿度，在桔园内外，种植钝绥螨喜欢栖居的桥梁宿主，如苏麻、紫苏、丝瓜、蓖麻、藿香蓟等植物，并在其上人工接种或自然传播钝绥螨，该螨便以这植物的花粉、分泌物和害虫为生，在上面大量繁殖，以稳定和增强其种群数量，于秋季时控制柑桔红蜘蛛的发展（图40）。如9月上旬在紫苏、苏麻、蓖麻上接种钝绥螨，35天后分别增长7.2、6.1、2.9倍的虫口；8月中旬在丝瓜上人工接种钝绥螨四周后增长16.8、13.0倍。在四川重庆、自贡、宜宾等地的部分桔园，近年来均采用夏季在桔园中间种苏

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下
茶						茶					
红花草						红花草					
山茶花						山茶花					
蚕豆						丝瓜					
豌豆						高粱					
栎树						栎树					
油菜						油菜					
蓖麻						蓖麻					

图39 四川桔区人工繁殖钝绥螨植物花粉食物供应链

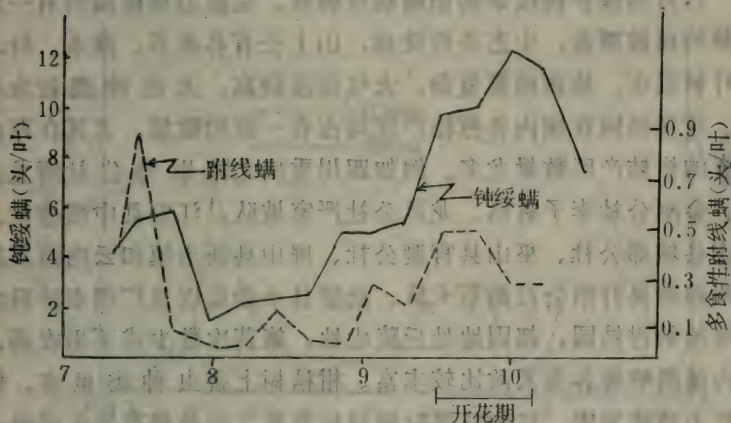


图40 苏麻上人为释放钝绥螨与多食性附线螨的虫口消长 (自贡, 1979)

麻, 让桔树上的钝绥螨在夏初将柑桔红蜘蛛消灭殆尽后, 自然转移至苏麻上繁殖, 如此往返循环, 以保持钝绥螨和红蜘蛛种群数量的动态平衡, 以达到控制不为害的目的, 有助于柑桔的生长和土壤肥力的增加, 三者兼顾, 效果显著。

(三) 田间应用植绥螨防治柑桔红蜘蛛的效果

植绥螨喜欢潮湿荫蔽的环境, 因而在应用上, 宜选择树龄在5—6年生以上、生势壮旺、叶幕层较厚、株间枝条开始交叉的

柑园和桔树为好。这样的生态环境比较有利于植绥螨的生存繁殖和传播，更好地发挥其控制红蜘蛛的作用。

柑桔红蜘蛛在各个果园每年发生的始盛末期及虫口数量的多少，为害时间的长短，不仅取决于过冬的虫口基数，冬春的气候条件，自然天敌种群数量的多少，而且与柑桔本身的生理状态及其物候期的吻合与否，以及桔园周围的生态环境状况等诸多因素有关。一般要求在冬季采果后至翌年3月中旬，定期、定点调查和普查柑桔红蜘蛛及其天敌数量变化，然后根据不同的虫口密度采取相应的对策，才能发挥钝绥螨的作用。

1. 自然保护钝绥螨防治柑桔红蜘蛛，丘陵山地柑园内有一定数量的植被覆盖，生态条件优越，山上长有各类乔、灌木、针、阔叶树混生，地面植被复杂，大气湿度较高，天敌种类较为丰富。这类桔园在国内各柑桔产区均占有一定的数量，尤其在西南三省的柑桔产区数量尤多。例如四川重庆北碚歇马公社回龙大队、金刚公社李子林队、龙凤公社严家坡队、江安县中坝公社、筠连县城郊公社、巫山县官渡公社、屏山县新市镇和云南西双版纳州勐海县打洛公社勐板大队、勐腊县小勐崙以及广州市沙田农场等地的柑桔园，都因地处丘陵山地，施药次数少或不用农药，园内植绥螨等各类天敌比较丰富。柑桔树上害虫种类虽多，但一般不造成受害。红蜘蛛等叶螨每年春夏之交虽然有发生或曾一度数量较多，而钝绥螨和其他多种捕食性、寄生性（芽枝霉、病毒等）天敌亦随之大量增长，迅速歼除了害螨，在正常的气候条件下，能比较长期地保持自然生态平衡，保护桔树的正常生长（图41）。相反环境相同而年施药6—10次或20—30次的桔园，钝绥螨种群几乎绝迹，红蜘蛛的为害期（每叶3—5头以上）每年长达200—280天之久，比上述桔园为害期长100—180天。

桔园小气候对钝绥螨种群数量的影响，夏季高温对钝绥螨（35℃时成活率仅52.1%）发展不利。桔叶上的露水和雾滴是钝绥螨在少雨或干旱季节维持其种群数量的极其重要的因素。沿海

和内陆的四川盆地，除吹干风外，晚间叶片上一般均有露水和雾滴，有利于钝绥螨的生存和繁殖，在不受农药干扰的情况下，一般种群数量均很大，保护利用大有作为。在桔园内种植经济价值较高的药材、绿肥等作物，如苏麻、紫苏、藿香蓍，于盛夏高温干旱季节雾、露较少时，以覆盖地表，降低土温，增大园间湿度，改变柑园内的小气候，创造有利于钝绥螨生存繁殖的小生境。加之这些植物的花粉和分泌物可作为钝绥螨的饵料，叶背的茸毛是钝绥螨理想的产卵场所。1978—1980年在四川重庆、自贡、宜宾、绵阳、合川和广东的广州、兴宁等地柑园内，每年种植这些作物上千亩，保护利用钝绥螨控制红蜘蛛，效果良好（图42）。

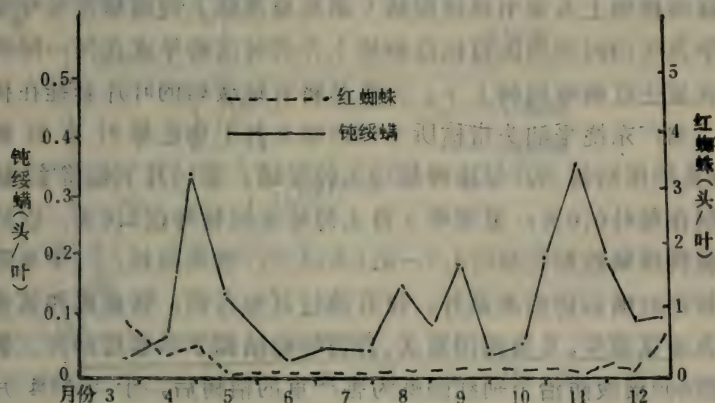


图41 自然保护园钝绥螨和红蜘蛛数量消长（1977，广州沙田）

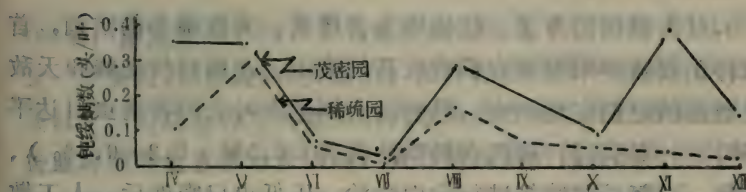


图42 柑桔行间藿香蓍不同覆盖程度与桔树上钝绥螨虫口消长（1977，广州沙田）

如重庆北碚金刚公社李子林队的40亩成年柑园，连续三年在春末园间种植苏麻作为桥梁宿主，于盛夏时钝绥螨将桔树上的红蜘蛛歼除后，转移至苏麻上生存繁殖，秋季又从苏麻上转回桔树上控制红蜘蛛，如此往返循环。三年来药剂防治费用比化防园少8—2.7倍，平均亩产柑桔5千余斤，比化防园高。

2. 红蜘蛛在零星个别植株上发生较多，天敌稀少，这类桔园应采用普查挑治，合理用药，保护利用和人工引移钝绥螨来控制。在春、夏和秋末红蜘蛛总是先在个别树上发生，然后逐渐向周围扩散蔓延而遍及全园。在中心虫株用少量效果好的农药进行挑治后，可以保护大部分桔树上的天敌，3—4天后人工从附近蓖麻等植物上大量引移钝绥螨（据观察蓖麻上钝绥螨在每年春秋两季发生的时间均比柑桔红蜘蛛上升的时间略早或在同一时间释放在发生红蜘蛛的树上）。方法是将有钝绥螨的叶片套挂在树冠上。如广东饶平汕头柑桔所于1977年9月上旬在每叶有红蜘蛛1.8头的柑桔树上，每株释放40头钝绥螨，至10月下旬将红蜘蛛控制在每叶0.6头；至翌年3月上旬最多时每叶仅3.6头，以后一直被钝绥螨控制在每叶0.7—0.1头以下，效果很好。三年来除抽发新梢时喷药防治木虱外，没有施过其他农药，锈壁虱和其他害虫也未见发生。又如四川重庆、自贡等地桔园于早春用20%三氯杀螨醇800倍液防治个别红蜘蛛为害严重的桔树后，于3—4月间人工移放和保护利用钝绥螨控制红蜘蛛，均取得了较好的防治效果（图43、44）。

3. 过去以化防为主，红蜘蛛为害严重、天敌稀少的桔园，首先应停止或减少乐果等有机磷农药的施用，开展对红蜘蛛和天敌发生数量的定期定点调查。早春当上年生老叶上的害螨虫口达平均每叶3—5头时，用洗衣粉柴油乳剂（0.5%+0.2—0.3%）、胶体硫、三氯杀螨醇等进行全面防治，压低虫口密度后，人工散放钝绥螨。放螨数量以五年生甜杠树冠体积达6—8立方米，叶片在万张左右的，旬平均气温稳定在15℃左右时，每株散放300—

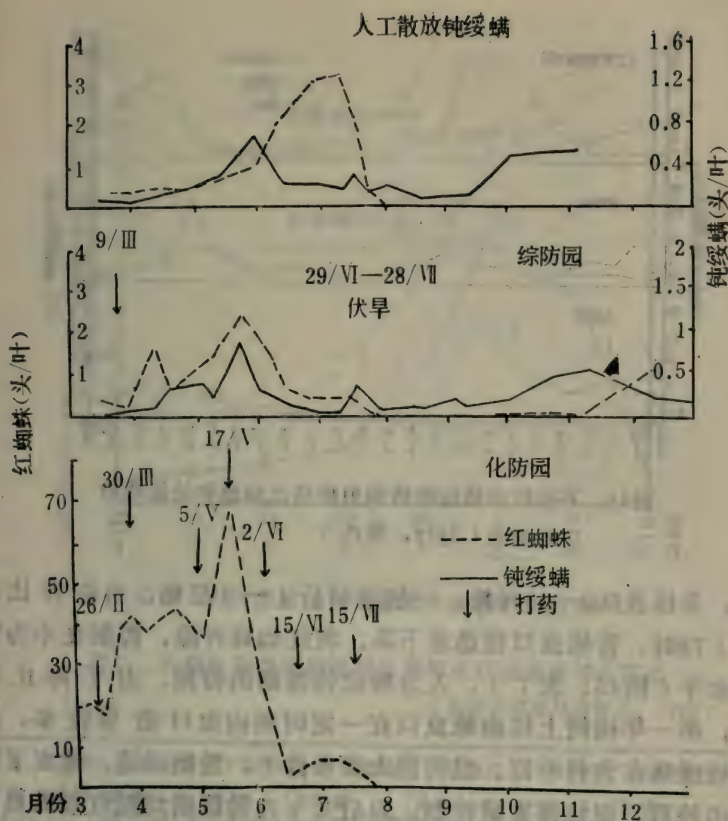


图43 不同防治措施钝绥螨和红蜘蛛的田间消长 (1977, 四川自贡)

600头；温度在20℃时，大气湿度在80%上下，害螨虫口在每叶3—5头时，每株放600头以上；枝叶稀疏的成年桔树可多达1000头以上。方法是將室内繁殖的钝绥螨成若螨的塑料薄膜装入塑料袋或將饲养盘直接运至田间，將有钝绥螨的薄膜用别针别在树冠中上部外围的枝叶上。卵是將当日收集的产卵巢计数后，整齐地排列在无水的饲养盘内，然后用同等大小的搪瓷盘盖好，携至田间，用铗子將产卵巢分别挂在桔树枝叶的丫缝处，每一处放数十

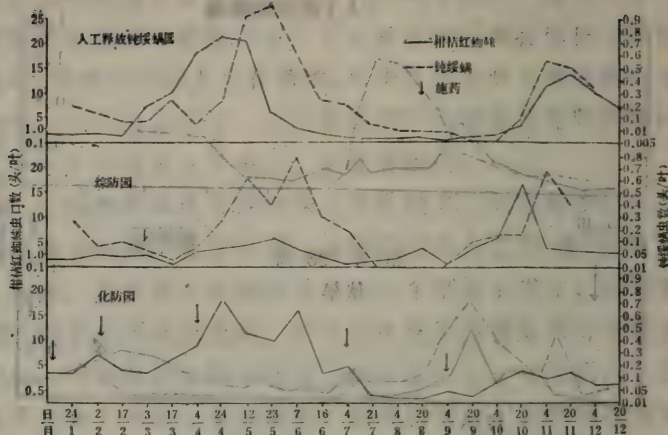


图44 不同防治措施的桔园中柑桔红蜘蛛和钝绥螨的田间消长 (1978, 重庆)

粒，全株放600—1000粒。一般放螨后4—8星期，当益害比达1 : 78时，害螨虫口便迅速下降，将红蜘蛛歼除，控制在不为害的水平（图45、表7）。人为释放钝绥螨的柑园，由于停止用药，第一年桔树上红蜘蛛虫口在一定时期内虫口数量较多，但是钝绥螨在食料丰富、温高湿大的条件下，繁殖迅速，建立了强大的种群，很快将害螨控制。以后几年内钝绥螨均随红蜘蛛虫口的上升而上升，下降而相应地下降，发生的高峰期比害螨晚7—15天，把红蜘蛛控制在每叶5头以下（图46）。

释放比例，在春夏季按1 : 10—80益害比释放钝绥螨，对红蜘蛛均有很好的控制效果，放后1—2星期便可将害螨控制，害螨虫口下降的快慢与放螨数量的多少成正相关。特别是6月上旬由于温高湿大，食料丰富，放螨后一星期钝绥螨虫口可增长3—4倍（表8、9）。

秋季释放钝绥螨对控制翌年春、夏季桔园内红蜘蛛同样有较好的效果。于上年9—10月每株桔树上释放益螨300—500头，至翌

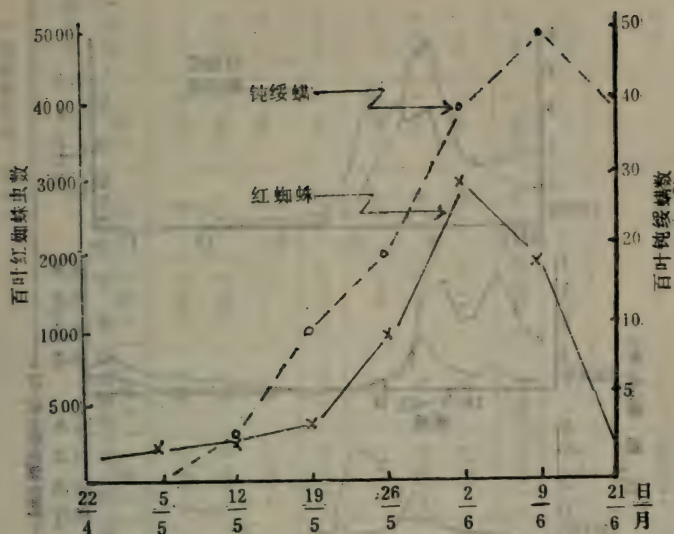


图45 人为散放钝绥螨控制红蜘蛛消长曲线

表7 放螨时期与放螨量对红蜘蛛虫口的增减与益害比

(重庆北碚歇马甜打园, 1978)

放螨日期 (月/日)	每株放 螨量 (头)	2星期后		4星期后		6星期后		8星期后		10星期后		12星期后		日均温 (℃)
		害螨 虫数 (头)	益:害	害螨 虫数 (头)	益:害	害螨 虫数 (头)	益:害	害螨 虫数 (头)	益:害	害螨 虫数 (头)	益:害	害螨 虫数 (头)	益:害	
3/10	300	4.5	1:25	18.8	1:284	28.0	1:96	6.7	1:7.3	0.1	1:03	0.02	1:02	19.0
	600	2.0	1:5	5.7	1:94	12.9	1:61	6.1	1:67	0.2	1:03	0.23	1:04	19.0
	1200	4.7	1:13	2.9	1:22	21.9	1:68	9.5	1:25	0.3	1:1	0.25	1:05	19.0
4/25	600	20.7	1:140	0.4	1:2.3	0.3	1:0.8	—	—	—	—	—	—	22.6
	1200	14.5	1:85	0.2	1:1.1	0.4	1:0.3	—	—	—	—	—	—	22.6
	1800	12.5	1:470	0.2	1:0.6	0.1	1:0.1	—	—	—	—	—	—	22.6
对照		0.1	0:1	0.1	0:4	0.7	1:18	3.1	1:91	17.40	347	5.9	0:118	19.0

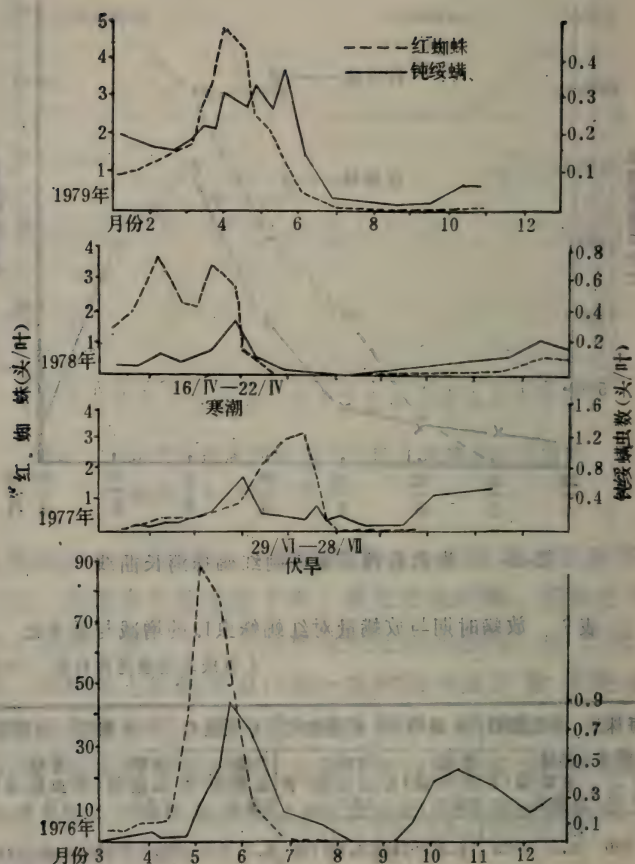


图46 人工散放钝绥螨与红蜘蛛消长关系(四川自贡)

年3—4月中旬,平均每叶的害螨虫口在10头以下,至5月上旬虫口虽一度增多,但很快便迅速下降,至六月初歼除了螨害,且钝绥螨多过红蜘蛛虫口(表10)。

4. 人为释放钝绥螨比单一用化学农药防治红蜘蛛的效果要好。在上年10月四十年生甜柑树上,每株释放钝绥螨800—1000头,次年钝绥螨便跟随红蜘蛛虫口的增长而增长,平均每叶在10

表 8 不同时间不同益害比释放钝绥螨防治红蜘蛛的效果

(本所, 盆栽柑桔苗)

项 目 放蜂日期 (月/日)	益: 害	放蜂前每叶 害螨虫数(头)	7 日后		14 日后		21 日后		28 日后		日均温 (℃)
			害螨虫数 (头)	增 减 (%)	害螨虫数 (头)	增 减 (%)	害螨虫数 (头)	增 减 (%)	害螨虫数 (头)	增 减 (%)	
1978年4/24	1:10	47.9	5.5	-88.5	1.5	-94.7	0.9	-98.1	0	-100.0	17.6
	1:40	63.0	27.4	-56.5	6.4	-89.8	5.0	-92.1	1.3	-96.4	17.6
	1:80	42.4	38.8	-17.9	13.0	-69.3	9.7	-77.1	4.5	-89.4	17.0
对 照		5.3	9.5	+79.3	11.9	+124.5	15.5	+192.5	26.0	+390.0	17.0
1978年4/20	1:10	10.6	23.6	+122.6	0.3	-97.1	0.2	-98.1	0.17	-98.4	22.7
	1:40	9.6	—	—	1.3	-86.5	0.8	-91.6	0.18	-98.1	22.7
	1:80	9.5	44.8	+361.9	6.0	-36.8	1.8	-81.0	0.30	-97.0	22.7
对 照		1.2	4.9	+308.3	18.4	+1433.3	30.3	+2425.0	2.90	+141.7	22.7
1978年6/1	1:10	19.9	22.0	+10.5	1.4	-93.0	—	—	—	—	24.0
	1:35	11.5	11.2	-2.6	3.8	-67.0	—	—	—	—	24.0
	1:82	18.1	11.5	-35.7	1.7	-90.6	—	—	—	—	24.0
对 照		13.8	15.1	+9.4	8.4	-39.3	—	—	—	—	24.0

表 9 不同时期不同放螨量控制红蜘蛛的效果

(北碚, 1974)

项 目 放 螨 日 期 (月/日)	益 : 害 比	重 复 次 数	调 查 叶 数	放 螨 前 结 全 爪 螨 数 (头)	放 螨 后 7 日		放 后 14 日	日 均 温 (℃)
					结全爪螨虫数(%)	纯绥螨数 (头)	结全爪螨虫数(%)	纯绥螨数 (头)
5/22	1:25	3	90	3906	984	-75.7	69	-98.2
5/22	1:56	3	90	3513	687	-80.4	15	-99.5
5/22	1:106	3	90	2820	1110	-60.6	71	-97.5
22%T.D.N600×		3	90	2933	1012	-65.5	0	-96.6
7/1	1:25	3	105	5151	2407	-50.9	11	-
7/5	1:100	3	105	3599	3395	-5.8	3	-

(北碚、歇马甜打园, 1977—1978)

• 305 •

头以上的时间仅20天左右，时间短；然而年施药8次的化防园10头以上的时间长达80天之久，为害期比生防园长60天左右（图47）。

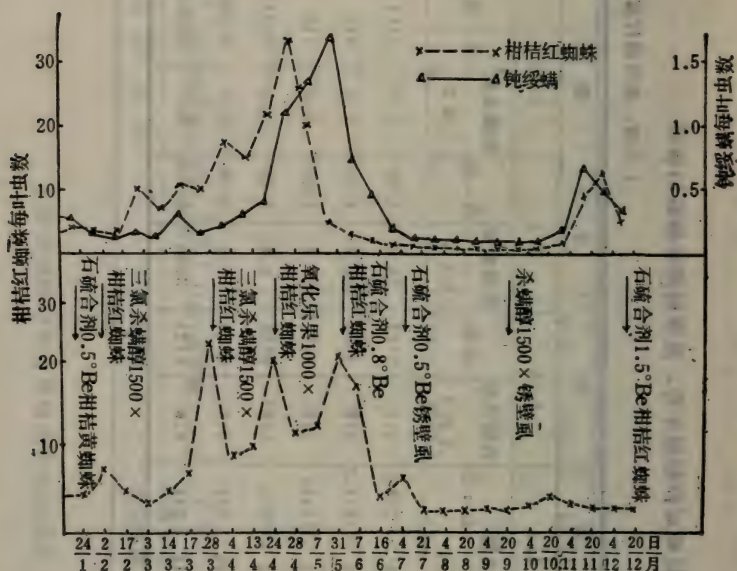


图47 释放钝绥螨生防园与化防园益害螨虫口消长（1976，自贡）

大量的实践证明，在春夏季大量释放后，钝绥螨一旦建立群落，歼除螨害后，一般情况秋季红蜘蛛不再成灾；但是遇秋旱等气候因素的干扰，可在此时部分红蜘蛛较多的树上补放，这样控制害螨的效果更佳。秋季大量释放建立群落后，春季如有红蜘蛛发生，只能局部用药防治，然后补放钝绥螨，便可较长期控制红蜘蛛的为害。

5. 果园管理对钝绥螨和红蜘蛛种群数量的影响 人为释放和保护利用钝绥螨防治红蜘蛛的成败，与果园管理的关系很大。

(1) 土壤灌水：经试验证明春季（2—4月）干旱土壤灌水3次比不灌水的，红蜘蛛虫口少45%，而钝绥螨虫口则多50%（图48）

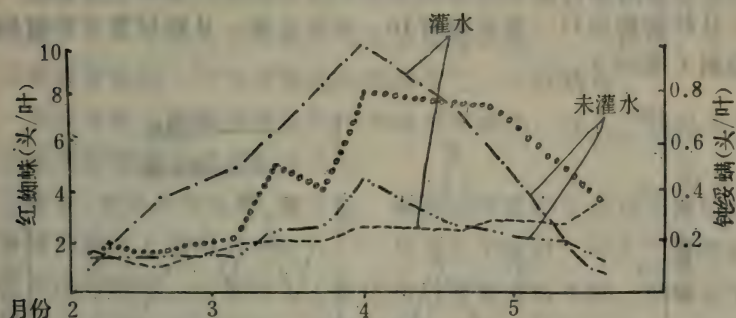


图48 土壤灌水后钝绥螨与红蜘蛛田间消长（1979，自贡）

(2) 树冠喷水：利用红蜘蛛喜光和喜在树冠外围枝叶上活动的习性，在该螨发生的高峰期于晴天中午用高压水柱喷洗树冠，可直接冲刷掉红蜘蛛活动型虫口43%左右，钝绥螨多在叶背栖居，因而对其虫口的影响不大（图49）。

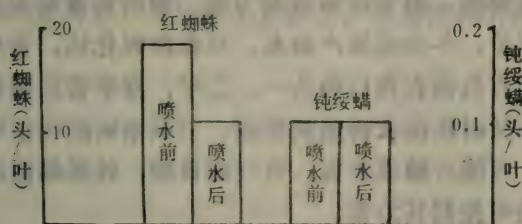


图49 柑桔树冠喷水红蜘蛛与钝绥螨的田间消长关系（1978，四川自贡）

(3) 植被和果园间作：树冠下间作有豆科作物，而梯壁上又茅草丛生植被复杂的山地果园，一般土壤湿度高，红蜘蛛虫口于5月下旬虽曾一度较多，每叶达27.5头。由于小生境适合钝绥螨

的生存繁殖，发展迅速，在红蜘蛛高峰后一星期，便发展到每叶2.6头，同时将红蜘蛛控制；相反，在树冠下无间作和杂草覆盖，植被单一，土壤干燥的桔园，春季虽在每株树上释放钝绥螨1000头，再加树冠喷水，而钝绥螨在上增长的虫口数量并不大，4—5月红蜘蛛虫口一直在每叶10—20头之间，几经反复才将红蜘蛛控制（图50）。

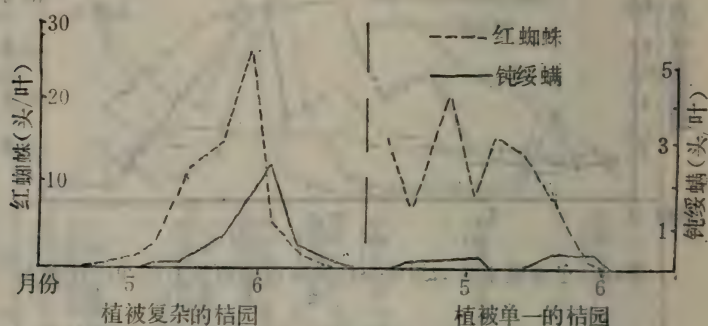


图50 钝绥螨田间消长与植被的关系（1978，四川自贡）

（四）利用捕食螨防治柑桔红蜘蛛与协调防治柑园其他病虫相一致，是利用捕食螨成败的关键

柑桔黄蜘蛛，由于该螨抗药力差，卵的发育起点温度低，在冬干春早年份，冬季成螨产卵多，早春卵孵化快，发生为害早。在停止施用有机磷农药后的头一、二年，春季常在部分树上发生较多，如不及时用洗衣粉柴油乳剂、三氯杀螨醇在该螨冬卵的盛孵期防治，可能会酿成灾害；当气温日增，钝绥螨活动和繁殖速度加快，便可控制其为害。

柑桔锈壁虱，同样在停止或减少有机磷农药施用的初期，特别是以往锈壁虱为害严重的桔园，当5—6月发现少数植株树冠中下部个别枝梢、叶片和幼果上有一定虫口时，应用代森锌、胶体硫、三氯杀螨醇防治。

桔潜叶蛾主要为害幼树和小年结果树，应抹芽放梢。在卵发

生的高峰期之后抽放夏、秋梢，以躲避潜叶蛾的产卵和为害，必要时在芽长2毫米时，树冠外围喷射一次西维因、巴丹等，对潜叶蛾防治效果好对钝绥螨影响不大的选择性农药。

幼树在2—3月间人工捕杀在卷叶和枯叶内过冬的卷叶蛾幼虫和蛹，4—5月人工释放松毛虫赤眼蜂防治一、二代卵，5—6月喷射青虫菌、7216等细菌农药防治二、三代幼虫。

晚间用氟乙酰胺浸渍过的瓜果诱杀夜蛾类，并人工捕捉或点蓝色荧光灯趋避，以减轻其为害。

蚧类，主要是矢尖蚧、糠片蚧、褐圆蚧等盾蚧类在局部果园和部分树的枝叶上虫口密度较大，一旦发生少量时，可人工剪除被害枝梢进行烧毁，必要时人工助迁和引移黄金蚜小蜂、整胸寡节瓢虫、日本方头甲等天敌，或用钢刷和高压水柱冲洗枝干，直接减少虫口。

黄龙病，根据广东汕头地区的实践证明，柑桔每次新梢期在树冠外围喷射1—2次选择性的西维因、亚胺硫磷防治木虱的保梢农药，只要木虱发生少，黄龙病自然为害轻。

炭疽病，重点应在加强果园的肥培管理，深沟压绿，多施有机肥，改善土壤结构；剪除干枯枝，适当采用短截修剪，疏剪过密枝，通风透光良好，使枝梢生长健壮，提高桔树的抵抗能力。

利用和保护钝绥螨防治柑桔红蜘蛛

广东省昆虫研究所 麦秀慧 黄明度 李树新 熊锦君

柑桔红蜘蛛 (*Panonychus citri* Mcg) 是柑桔主产国的主要害虫。在我国各柑桔区都有分布, 尤以广东、广西、四川等省区发生普遍而严重。它以口器刺破叶、果或绿色茎的表皮, 吸吮汁液; 被害叶片呈现白斑, 无光泽, 严重时叶片全灰白脱落, 树势衰弱。果实被害, 可引致落果, 柑桔花期前后严重受害时, 造成春梢嫩叶脱落, 并加重了落花及生理落果的发生。其严重影响柑桔产量, 是当年减产和造成大小年的主要原因之一。

柑桔红蜘蛛能迅速获得对杀虫剂、杀螨剂的抗性, 过去在防治上效果很好的农药都相继减效。在连续使用同一种农药的柑桔园, 红蜘蛛密度明显上升 (表 1)。

经常使用化学农药的柑桔园, 天敌数量较少 (表 2), 而施用农药较少的柑桔园, 柑桔红蜘蛛的天敌种类及数量是较丰富的。

可见不合理使用化学农药对天敌是非常有害的, 并且红蜘蛛容易产生抗药性, 给防治上增加困难。目前, 生产上一般用药水平较高, 就广东省来说, 每年用于防治柑桔病虫害的化学农药普遍达二十次以上, 有的高达三十至四十次, 费用每亩年达 50—100 元, 其中三分之一至二分之一是用于防治柑桔红蜘蛛的。因此, 寻求经济有效的防治途径, 已成为柑桔生产的迫切要求。

近年来, 采用以发挥柑桔红蜘蛛的主要天敌——钝绥螨的作用为主, 结合使用选择性农药和加强田间管理等措施, 在防治柑桔红蜘蛛上取得良好的效果, 也能够用化学农药防治其它害虫

表1 各种常用农药对柑桔红蜘蛛的影响

		平 均 每 叶 红 蜘蛛 数									
检 查 日 期 (月/日)		25%杀 虫脒 1:700	40%乐 果乳剂 1:800	80%代 森铵 1:800	松脂 合剂 1:18	20% TDN 1:800	7.5% 鱼藤精 1:600	6%γ 六六六 1:150	洗衣粉 1:500	波尔 多液 1:1:30	清水 对照
一九七五年	4/4	10.91	8.21	12.53	11.94	16.42	17.93	25.14	20.80	18.55	19.26
	5/13	26	24.57	25.86	27.7	13.92	11.72	5.34	8.09	26.38	7.26
	6/10*	1.42	0.47	0.74	0.43	0.28	0.62	0.29	0.42	0.21	0.21
	7/10**	35.31	9.04	9.11	10.24	5.82	14.31	7.61	6.27	14.66	10.14
	8/17**	18.01	18.50	7.98	14.02	22.08	13.36	14.37	15.86	23.39	8.47
	9/21	3.89	3.04	0.65	6.5	3.12	5.1	5.75	1.02	2.54	0.84
	10/9	0.7	0.7	0.05	0.075	0.125	0	0.075	0.05	0.025	0
	10/21	1.3	0.85	0.8	0.065	0.25	0.1	0.775	0	0.09	0
	11/24	1.125	2.6	1.25	0.175	7.585	0.325	0.425	0.375	1.15	0.474
12/22	0.3	0.275	0.18	0.175	1.3	0.5	0.64	0.05	0.4	0	
一九七六年	1/12	1.82	6.15	0.67	0.9	0.74	1.15	0.81	0.28	0.32	0.25
	2/12	7.17	10.71	5.02	2.62	5.05	5.21	2.62	0.37	0.01	0.45
	3/15	19.92	30.29	19.42	15.28	25.95	13.58	15.21	4.74	12.64	2.39

* 由于夏梢潜叶蛾严重,自6月15日起连续喷了3次亚胺硫磷和乐果(包括对照),因此引起7、8月份虫口密度急骤上升。

** 由于各处理虫口密度太高,除对照外,自8月19日开始各隔株释放捕食螨30头防治,9月—12月药剂处理暂停,1976年1月重新开始。

时做到相互协调。目前已在广东省柑桔产区示范推广。现将其具体做法介绍如下:

表2 综合防治园和化学防治园主要天敌数量比较

(1976)

日 期 (月/日)	地 点	钝 绥 螨	长 须 螨	草 蛉	蜘蛛	膜翅目寄生蜂
4/30	综防园	26	1	3	3	
	化防园	8	0	4	1	
5/15	综防园	16	2	10	15	3
	化防园	0	1	1	4	3
5/30	综防园	25	0	4	16	12
	化防园	1	1	3	15	8
6/14	综防园	30	0	1	25	3
	化防园	6	0	2	20	3
6/30	综防园	5	1	1	25	1
	化防园	0	2	0	17	0
总计	综防园	102	4	19	84	25
	化防园	20	4	10	57	14

一、钝绥螨的生物学特性及繁殖

广东省柑桔园以纽氏钝绥螨 (*Amblyseius newsami* Evens)、德氏钝绥螨 (*A. deleoni* Muma) 及冲绳钝绥螨 (*A. okinawanus*) 为常见, 三者对柑桔红蜘蛛都有良好的抑制作用。

(一) 钝绥螨的生物学特性

钝绥螨一生经过卵、幼螨、前若螨、后若螨、成螨五个时期 (图51)。

1. 个体发育 个体发育历期因温度而异 (表3)。

由表3可以看出, 钝绥螨在适温范围内, 发育速度是相当快

表3 钝绥螨的个体发育历期

(食料: 木瓜上的红蜘蛛)

温 度(℃)	35	30	25	20	15
试验个体(头)	10	13	17	15	10
平均发育历期(天)	3.2	3.7	4.6	7.1	19.0

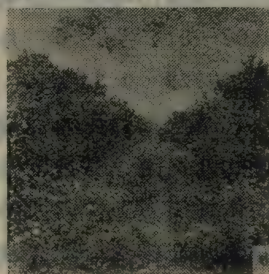
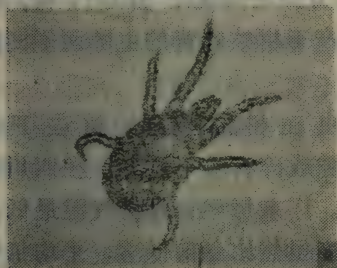
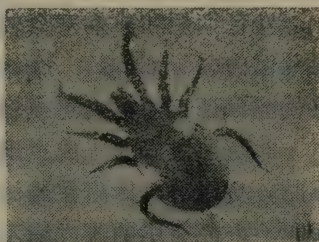
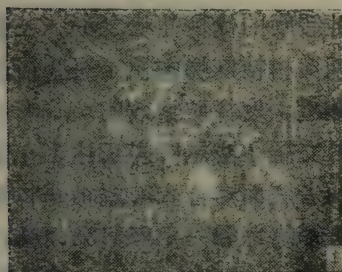


图51 钝绥螨

1.卵 2.幼螨 3.若螨 4.成螨(♀) 5.钝绥螨捕食柑桔红蜘蛛

6.柑园地面覆盖藿香蓍

的。在25—30℃，由卵发育至成螨仅为3.7—4.6天。在25℃下，卵期平均为1.7天；幼螨期0.9天；前若螨和后若螨各1天。后若螨脱皮后进入成螨期。25—28℃下成螨的平均寿命为23.8天，在广州室温下每年可发生40代左右。

在10℃下，卵能孵化，幼螨发育缓慢，但还能脱皮进入前若螨期。在二十天的试验期间内，无一能发育至后若螨，并且死亡71.4%。

发育期短和成螨寿命较长，是钝绥螨的优良性状之一。在适温范围内(20—30℃)，个体发育历期比柑桔红蜘蛛快1—2倍，这就能保证在短期内迅速增大种群数量，发挥防治效能。

2.交尾及产卵 成虫出现后即可交尾，交尾时间长达1—3小时，交尾时雄体附在雌体腹下，两者腹面贴合。交尾1—2天产卵（未经交尾的雌成螨不产卵），平均每雌一生产卵33.9粒，卵量多集中在前十二天。日产卵量为2—4粒，多达7粒，散产，有时数粒在一起，在田间多见产于柑桔叶背的主脉两侧凹陷处有丝网的地方。

3.越冬 许多植绥螨是以雌成虫在树的枝干、树皮度过冬，少量可离开树上到地面土壤缝隙或碎石堆下过冬。在四川和广东的柑桔园中，主要以成虫越冬。广东每年一月份气温最低，但在柑桔园仍可见钝绥螨活动，密度虽然比冬前低落，平均每叶为0.07—0.15头，至三月份气温转暖后，即又迅速增长，平均每叶可达0.22—0.34头。

4.习性 & 行为 钝绥螨嗜爱荫蔽、潮湿的环境。枝叶密茂，树势壮旺，露、雾日较多的柑桔园，更利于其生存繁殖。钝绥螨以爬行传播为主，白天多分布于树冠内膛叶背处，晚间则可向树冠外围叶片移动，搜寻食物。这习性有利于搜捕猎获物。

5.食性及食量 植绥螨的食料范围广，除可捕食多种害螨外，还可利用多种植物的花粉、一些介壳虫的幼虫、霉菌的孢子为食料。钝绥螨行动迅速，频繁活动于柑桔叶片和果实表面，以

螯肢搜寻食物。一旦遇上柑桔红蜘蛛后，即以其螯肢挟住猎获物，并将口器插入寄主体内，吸食体液，至寄主体液被吸干后才弃尸而走，在没有干扰的情况下，多以其栖息处周围的红蜘蛛基本捕食完后才另行迁移。

室内以柑桔红蜘蛛为食料，幼螨嗜食红蜘蛛的卵，平均每天7粒；若螨则喜捕食红蜘蛛的幼、若螨，平均每日捕食5头；雌成螨每日可捕食红蜘蛛若螨10头左右。取食木瓜红蜘蛛（叶螨属），每天平均产卵为1.7粒，室内以茶花、无棱丝瓜、丝瓜、蓖麻、油菜、蚕豆、橙及玉米的花粉饲养，均能完成个体发育，并能产卵，以前二者的效果最好，日平均产卵量为1.9粒。在柑桔花期，植绥螨对花粉和红蜘蛛嗜食程度，是关系到春季能否发挥防治效能问题。室内及田间试验观察表明，钝绥螨在柑桔花粉和红蜘蛛同时存在时，还是明显嗜食红蜘蛛，有2/3以上的个体的内脏呈红色。钝绥螨可食矢尖蚧（*Unaspis yanensis* Kuw）雄虫的幼虫，黑刺粉虱的初龄幼虫及一种啮虫目昆虫的幼虫。此外，介壳虫、粉虱、蚜虫等分泌的蜜露及露、雾水均可为钝绥螨所利用。钝绥螨食料缺乏时，有相互残杀现象，多见于发育阶段不同的个体之间。

（二）钝绥螨的繁殖

可在室内以花粉及在田间种植的一种菊科绿肥——藿香蓟上直接繁殖。

1. 室内繁殖 室内繁殖器具以直径15.5厘米，深2.7厘米的玻璃培养皿（可用瓦碟或塑料胶盒等代替），铺上一块直径14.7厘米的泡沫塑料，泡沫上面铺上直径14.0厘米的黑色棉布，加入清水使泡沫充分吸水，在黑布上放进直径12.5厘米的塑料薄膜。

方法是以小毛笔移入雌成螨，每皿数量约100头。在皿内薄膜上放入少许花粉，成“品”字型置放，加入一个吸收了30%白糖液的小棉花球作补充食料，另外放两股小棉花丝，供雌成螨作产卵及栖息场所之用。每天更换花粉和加添糖液一次，同时以洁净

的棉花丝将皿内已附有卵的棉花丝置换。将带有螨卵的棉丝集中，以每150粒卵置一皿中孵化饲养。食料添加方法与饲养成虫相同，但发育至后若螨阶段时需换另一个清洁的皿饲养，以避免由于饲养皿的不清洁而导致雌螨产卵时不产在棉花丝上，而给收卵增添麻烦。

室内繁殖时以温度20—30℃及相对湿度80%左右为宜。

2. 田间繁殖 这种方法简便，可与柑桔园种植藿香蓍作地面覆盖结合。在藿香蓍开花期间，人工接入雌成螨，生活在藿香蓍上的钝绥螨可利用其花粉生存繁殖。当藿香蓍密茂而其上钝绥螨数量相当多时，可以人工将藿香蓍割下直接挂在柑桔树上让其扩散。

二、利用和保护钝绥螨防治柑桔红蜘蛛

如前所述，钝绥螨嗜爱阴蔽、潮湿的环境。在夏季温度比较高、相对湿度比较低、露、雾日较少地区的柑桔园，钝绥螨种群增长受到限制。因此，这种类型地区的柑桔园利用钝绥螨防治柑桔红蜘蛛时，需要在柑桔园增加植被覆盖，改变柑桔园小气候，创造利于钝绥螨生存繁殖的小生境，结合适当补充散放钝绥螨等措施，才能有效地稳定钝绥螨的种群从而达到长期控制柑桔红蜘蛛的目的。

试验表明，在柑桔园地面种植可作绿肥的菊科杂草——藿香蓍进行覆盖，明显地改善了柑桔园的小气候（图52）。

图52说明，藿香蓍地面覆盖的柑桔园，无论是树冠、地表或土层10厘米处，其温度均较无覆盖柑桔园低，而相对湿度却显著增高。树冠的高温低湿的恶劣条件直接影响生活在柑桔树上的钝绥螨。钝绥螨在高于35℃的环境下，从幼螨发育到成螨期，死亡率可达50%。在柑桔园地面没有植被覆盖的情况下，由于地面辐射大量的太阳热能，使树冠温度达到41—47℃的范围内，而相对

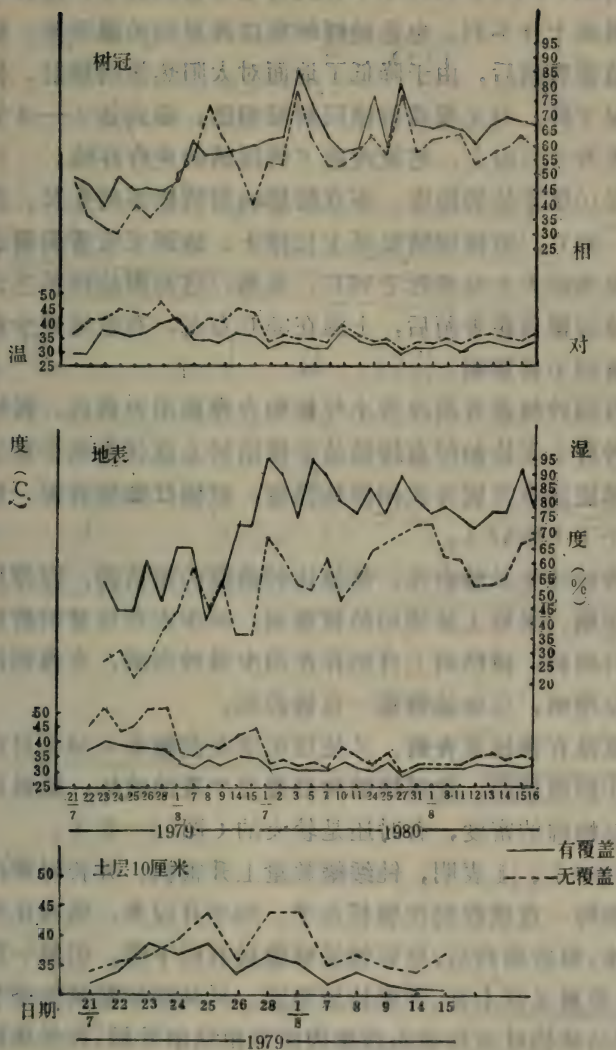


图52 畦面种植藿香蓿的橙园与无覆盖橙园的温湿度比较 (晴天下午2:00时记录)

湿度仅为30—63%（1979年7月21日至8月15日），这种气候条件对钝绥螨十分不利，也是钝绥螨难以渡夏的关键因素。柑桔园地面种植藿香蓟后，由于降低了地面对太阳热量的辐射，使树冠温度明显下降，与无覆盖柑桔园树冠相比，温差达3—8℃，相对湿度差为5%以上，这就改善了钝绥螨的生存环境。

土层10厘米处的温度，亦直接影响柑桔根系的生长、发育。土温37—39℃，可使柑桔根系生长停止，地面无藿香蓟覆盖的柑桔园，夏季晴天土温多近于40℃，显然，这对柑桔根系生长是不利的。地面覆盖藿香蓟后，土温在35℃左右，有效地减少高温对柑桔根系的不良影响。

在柑园种植藿香蓟改善小气候和合理施用农药后，柑桔园的钝绥螨种群（无论初时直接散放于柑桔树上或仅补充少量于藿香蓟上）都能逐步发展并长期保持稳定，柑桔红蜘蛛种群一直被压在低水平下（图53）。

一些枝叶生长较密茂，环境比较荫蔽的柑桔园，即使从未散放过钝绥螨，采取上述增加植被覆盖，减少农药用量的措施，经过一段时间后，柑桔树上自然存在的少量钝绥螨，亦得到保护，种群得以增殖，红蜘蛛数量一直被控制。

在既没有种植藿香蓟，又使用化学农药较多（20个月内共施药18次）的柑桔园，钝绥螨的种群遭受严重的破坏，数量长期低落，而红蜘蛛的密度，有时还是较大的（图53—Ⅳ）。

图53—Ⅰ、Ⅱ表明，钝绥螨数量上升很快，并长时期保持稳定，红蜘蛛一直被控制在极低水平。20个月以来，喷布化学农药9—10次，每次施药后，尽管钝绥螨数量有所下降，但经一段时间不用药，数量又复上升，并保持较稳定。从钝绥螨数量的季节变化表明，柑桔秋梢吐放期喷布西维因防治柑桔潜叶蛾，钝绥螨的数量仍保持平均每叶0.32头（图53—Ⅱ），直至12月中旬尚维持在0.2头以上（图53—Ⅱ、Ⅲ）。1—2月份是广东年气温最低季节，钝绥螨数量较低落，随着春节后气温转暖，其数量又复上升，只是由于防

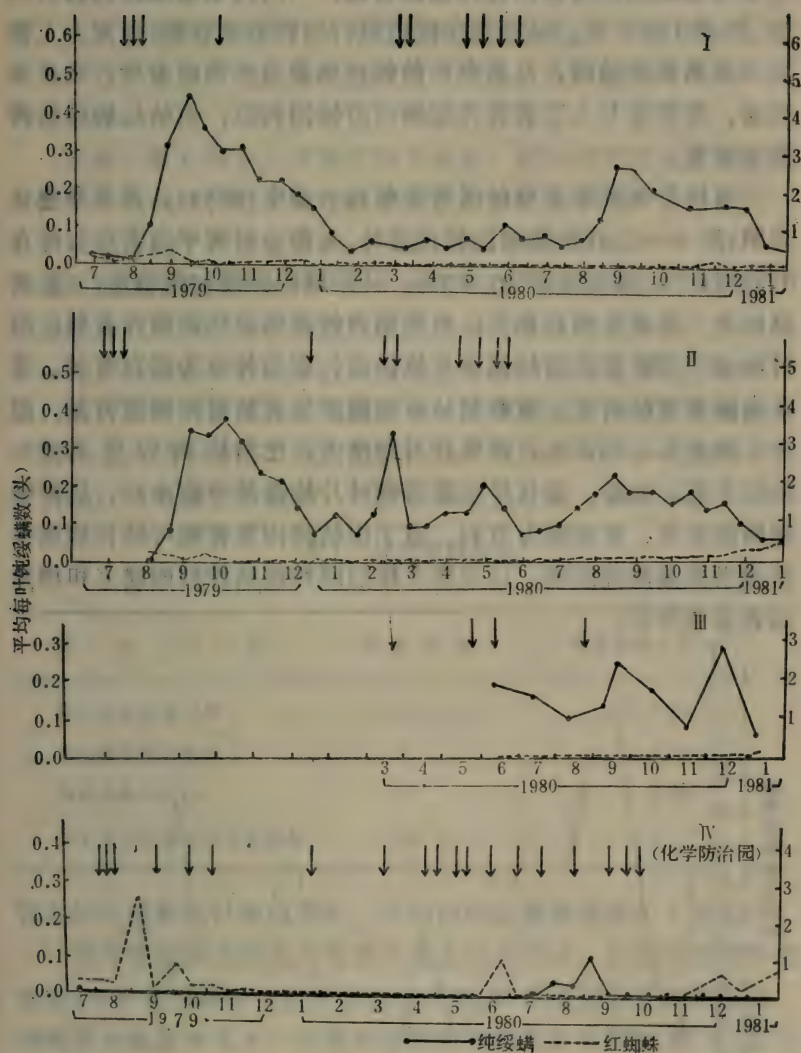


图53 柑桔红蜘蛛和钝绥螨的数量消长

(广州市白云山农场, 1979—1980年)

治春梢期出现的柑桔木虱和柑桔粉虱，一周内喷布西维因农药二次，数量才稍下降。早春期在柑桔园行间种植藿香蓟，但无人工散放钝绥螨的柑桔园，自然存在的钝绥螨数量亦得以发展，至夏末秋初，其密度与人工散放钝绥螨的柑桔园相近，柑桔红蜘蛛的密度也很低。

柑桔行间的藿香蓟钝绥螨数量相当稳定(图54)。其季节变化表明，除4—5月份数量比较低落外，大部分时间平均密度每叶在0.3头以上，最高密度为1.09头。钝绥螨的种群如此稳定，主要原因之一与藿香蓟花期长，可长期为钝绥螨提供花粉作食料，同时种植了藿香蓟的柑桔园小生境的温、湿条件更为适宜有关。夏季高温季节的晴天，藿香蓟丛中的温度显著较柑桔树冠为低，温差一般在1.5—3.5℃，空气相对湿度大，比柑桔树冠提高15—20%左右。此外，每日早上藿香蓟叶片均保持一定水分，这对钝绥螨的生存、繁殖极为有利。由于柑桔园内藿香蓟可较长期地保持相当数量的钝绥螨，这对整个柑桔园钝绥螨种群的建立和增殖起着重要作用。

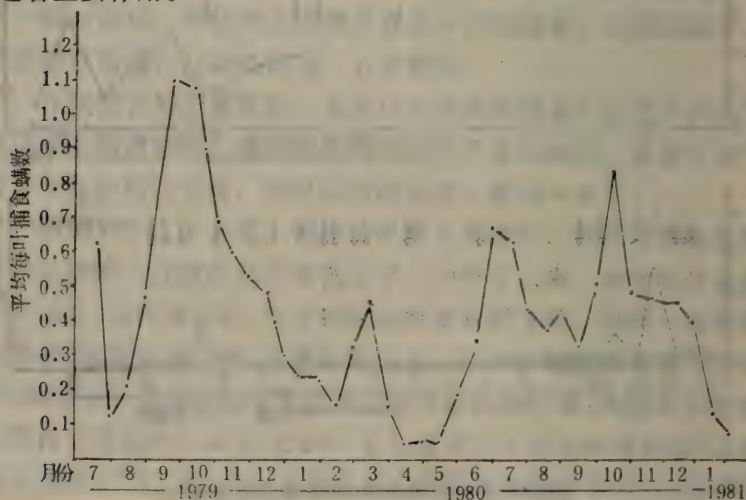


图54 藿香蓟上钝绥螨的数量(白云山农场, 1979—1980年)

藿香蓍肥效中上，广州附近地区的农民常以此作绿肥。经分析，连续两年在柑桔园行间种植藿香蓍作覆盖后，其土壤和柑桔叶片的养分含量，与没有任何间种或保留杂草的柑桔园相比，无明显差异。

在露、雾日较多，夏季气温不很高，相对湿度较大的地区的柑桔园，气候条件适合钝绥螨的要求。如广东省潮汕沿海地区，夏季6—8月平均温度为26.3—28.4℃，相对湿度为79—86%。该地区的饶平县钱东公社7、8月份的旬平均最高温度普遍比广州郊区低1.5—2.0℃，而相对湿度普遍高5%左右；露、雾日也多，除大风及多云的晚上外，柑桔叶片上的露水或雾水终年可见。这种类型的柑桔园小气候适宜钝绥螨的生存，种群数量丰富（表4），可不必人工增加植被，只采取调查虫情，根据病虫发生情况，尽可能采用挑治，减少全面喷药次数，就可以使自然界

表4 钝绥螨的数量

1980年7月1—3日

调 查 地 点	调 查 株 数	钝绥螨数(头/叶)
汕头柑桔所水田柑	49	0.21
汕头柑桔所山地柑	26	0.12
揭阳县梅云公社	26	0.08
饶平县汕头地区万山红农场	21	0.07

存在的钝绥螨得以繁殖增长，抑制柑桔红蜘蛛的发生（表5）。

利用钝绥螨与防治其它重要害虫相互协调：柑桔病虫害种类繁多，至今相当部分仍以化学防治为主。如何根据病虫发生规律，使用对天敌伤害不大，而对病虫害防治效果良好的农药并结合农业技术措施，以既能有效地保护天敌，又能大大减少病虫的发生，是柑桔生产上十分重要的问题。

试验表明，钝绥螨对化学农药有一定的抗性（表6、7）。

表5 合理使用农药后柑桔红蜘蛛及钝绥螨的数量

(汕头地区柑桔研究所, 1980)

调查日期 (月/日)	永田蕉柑园		砧木桉柑园		品 种 园		病 虫 区	
	钝绥螨 /叶	红蜘蛛 /叶	钝绥螨 /叶	红蜘蛛 /叶	钝绥螨 /叶	红蜘蛛 /叶	钝绥螨 /叶	红蜘蛛 /叶
1/28	0.004	0	0	0.01	0.016	0.09	0	0
3/1	0.008	0	0	0	0.001	0	0	0
3/30	0.026	0.01	0.01	0	0.046	0.01	0	0.004
4/30	—	—	0	0	0.044	0.03	0	0
6/2	0.027	0	0	0	0	0	0	0.004
6/26	0.196	0.07	0	0	0.0006	0.01	0	0.03
7/10	0.22	—	0.12	0	0.05	0.04	0.03	0.13
8/2	—	0	—	—	—	0.02	—	0
8/24-25	0.05	—	0.025	—	0	—	0.12	0
9/18	—	0	—	—	—	1.40	—	0
9/24-25	0.075	—	0.11	—	0	—	—	0
施药情况	4月中旬: 托布津1000倍		4月11日: 托布津1000倍防脂旺病		3月20日: DDVP 1000倍		4月上旬: 乐果1000倍	
	5月19日: 托布津500倍挑治		5月12日: 乐果1000倍		5月15日: 托布津1000倍		6月11日: 乐果1000倍	
	8月1日: 波尔多液		5月16日: 托布津1000倍		6月10日: 波尔多液 1:1.5:200			

表6、7结果可见, 钝绥螨对三氯杀螨醇、石硫合剂、西维因、滴滴涕、胶体硫和托布津等农药都有较强的抗性, 这为用化学农药防治其它害虫时提供了有利条件。大田应用证明, 以20%三氯杀螨醇800倍液防治红蜘蛛, 0.2—0.3波美度石硫合剂防治锈蜘蛛和煤烟病, 25%可湿性西维因700倍液或25%乙氧滴滴涕300倍液

防治柑桔潜叶蛾, 25%亚胺硫磷500倍液防治柑桔木虱, 50%托布津1000倍液防治炭疽病和一些病害, 都收到较好的效果, 而对钝绥螨田间种群数量影响不大。必需采用全面喷药时, 只要两次的喷药时间相隔不要太短(一般宜在15天以上), 其数量也不致明显下降。一般来说, 有机磷农药对纽氏钝绥螨的杀伤力较强, 但讲究使用方法, 如喷药时只喷布树冠的外围(防治新梢害虫可以

表6 农药对钝绥螨的毒力

(室内)

药剂种类	处 理		对 照		校正死亡率*(%)
	试验虫数	死亡率(%)	试验虫数	死亡率(%)	
液浸和薄膜法:					
20%三氯杀螨醇1000倍	57	10.5	54	3.8	7.0
600倍	57	29.8	54	3.8	27.0
石硫合剂0.3波美度	59	10.0	57	1.7	8.4
0.4波美度	52	24.8	57	1.7	23.4
胶体硫500倍	57	24.7	57	1.7	23.8
25%可湿性西维因100倍	38	2.7	20	0.0	2.7
25%巴沙乳剂1000倍	65	24.4	36	0.0	24.4
20%乙氧滴滴涕乳剂300倍	77	20.8	8.0	5.0	16.4
80%可湿性巴丹1000倍	52	28.9	27	7.4	23.1
2%叶蝉散粉剂(加2%茶麸粉)200倍	52	23.1	27	7.4	18.9
25%杀虫脒液剂4000倍	27	6.3	18	0	6.3
6%可湿性六六六160倍	57	6.3	36	0	6.9
波尔多液0.5:0.5:100	57	79.3	57	1.7	79.0
托布津1000倍	36	0	19	0	0
多菌灵1000倍	30	22.1	19	0	22.1

(续)

药 剂 种 类	处 理		对 照		校正死亡 率*(%)
	试验虫数	死亡率(%)	试验虫数	死亡率(%)	
喷雾法:					
25%滴滴涕乳剂400倍	33	36.4	32	3.3	34.2
600倍	26	11.6	32	3.3	8.6
松脂合剂18倍	37	61.5	32	3.3	60.0
石硫合剂0.4波美度	37	11.1	32	3.3	10.8
90%敌百虫1000倍	30—48	>90%	37	2.5	>85
80%敌敌畏1000倍					
洗衣粉500倍					
5%马拉硫磷1000倍					
40%乐果2000倍					
50%三硫磷2000倍					
80%代森锌粉剂800倍	20	100	20	5.0	100
45%代森铵液剂900倍	22	55.0	20	5.0	52.6

$$\bullet \quad \text{校正死亡率} = \frac{\text{对照组生存率} - \text{处理组生存率}}{\text{对照组生存率}}$$

用这种方法)，也是可以应用的。表7的结果表明，有机磷杀虫剂对卵的薰杀作用很弱，薰杀效果仅为5%以下，对成虫有不同程度的影响。敌百虫的刺激气味不强，对钝绥螨的薰杀力很低，校正死亡率为11.4%；亚胺硫磷薰杀的校正死亡率为41.3%。

大田使用20%乐果乳剂1000倍液，50%滴滴涕1000倍液或25%亚胺硫磷500倍液在树冠外围喷布防治柑桔木虱证明，既收到明显的防治效果，又无明显减少钝绥螨数量（图55）。

此外，广州市白云山农场曾在1980年7月28日至8月25日秋梢吐放期间，于七十亩面积的橙园的树冠外围，以20%亚胺硫磷

表7 有机磷杀虫剂对钝绥螨成螨及卵的熏杀作用

(田间)

药剂种类	成 虫				卵			
	试验虫数	死亡数	死亡率(%)	校正死亡率(%)	试验卵数	孵化数	孵化率(%)	杀卵效果
40%乐果1000倍	243	243	100.0	100.0	403	401	99.51	0.49
80%敌敌畏1000倍	232	210	89.85	89.41	219	211	95.68	3.01
25%亚胺硫磷 500倍	234	98	43.76	41.30	407	400	98.17	4.87
90%敌百虫1000倍	270	14	5.28	1.14	266	263	99.07	0.93
对 照	240	10	4.19		407	402	98.65	

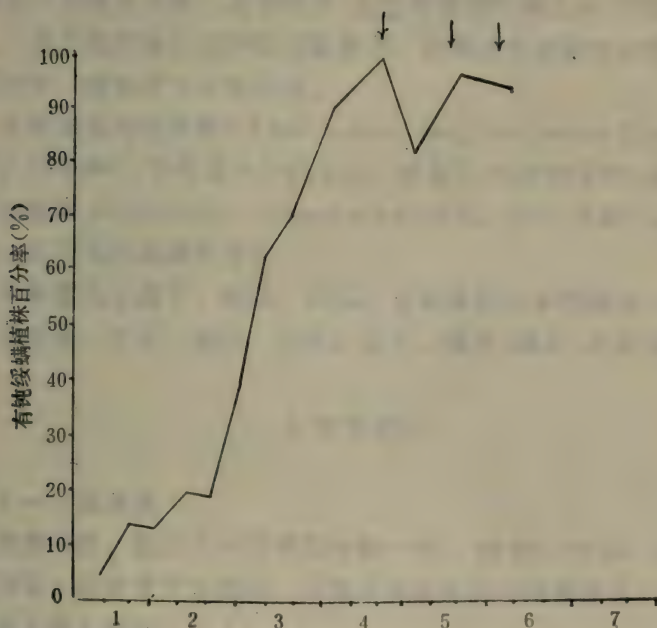


图55 施用农药后钝绥螨的数量消长(揭阳大西)

500倍加90%敌百虫700倍液;20%毒杀芬加90%敌百虫700倍液;和胶体硫加20%三氯杀螨醇700倍液各喷布一次防治柑桔木虱,效果亦很好,9月12日调查,钝绥螨平均每叶数量为0.12头。可见,用乐果、亚胺硫磷、敌百虫喷布新梢防治柑桔木虱对柑桔园钝绥螨是比较安全的。

由此可见,以利用钝绥螨为主防治柑桔红蜘蛛,根据病虫的发生规律,合理使用化学农药或其它方法(如掌握在潜叶蛾发生的低峰期放梢等)协调防治其它病虫害的一套措施是行之有效的。一九八〇年经广东省科委、省科学院组织鉴定,确认为一项科研成果,已在广东省柑桔产区推广应用。

拟长毛钝绥螨生物学及应用的研究

上海市植保植检站 复旦大学生物系

宝山县植保植检站 刘行公社农科站

拟长毛钝绥螨 (*Amblyseius pseudolongispinosus* Xin Liang et Ke) 在上海郊区分布广, 数量多, 三年来对其生物学特性、生态、应用技术及其人工饲养、保存等方面的研究, 初步肯定该螨适应性强, 捕食量大, 增殖迅速, 能有效地控制二点叶螨的为害, 且饲养方便, 易于保存, 是较理想的叶螨天敌。对棉花、西瓜、茄子等作物大田释放试验表明, 该螨能在短期内控制二点叶螨为害, 效果优于化学农药。

本种和长毛钝绥螨 (*Amblyseius longispinosus* Evans) 相似, 但本种 L_3 毛有微小分枝且长, 后者 L_3 毛光滑且短。本种和伍氏钝绥螨 *Amblyseius womersleyi* 相似, 但 D_1 毛较 D_3 毛长一倍, 肛前孔距离较后者狭。

本种常见于茄子、棉花、西瓜、豆类及其它多种植物。已知分布于上海、江苏、浙江、山东、辽宁、福建、湖北、云南等地。

一、生物学特性

(一) 生活史

发育阶段: 拟长毛钝绥螨和叶螨一样, 经卵、幼螨、第一若螨和第二若螨发育为成螨。在脱皮前没有象叶螨那样有一个明显的静止期 (图56、57)。

卵: 椭圆形, 乳白色。

幼螨：长191微米，宽144微米，足三对。背板前后二块，前背毛九对，后背毛一对。幼螨孵出后即能活动，不经取食而发育为若螨。

第一若螨：长约221微米，宽约181微米，背板仍分为二块，背板毛共17对，肛前孔不易见。活动性强，能积极捕食。

第二若螨：长约274微米，宽约204微米，和第一若螨一样，背板仍分为二块，背毛共有17对，但肛前孔明显可见。

(二) 雌螨产卵寿命和性比

1. 恒温变温条件下成螨的产卵前期、寿命及产卵期列于表1。

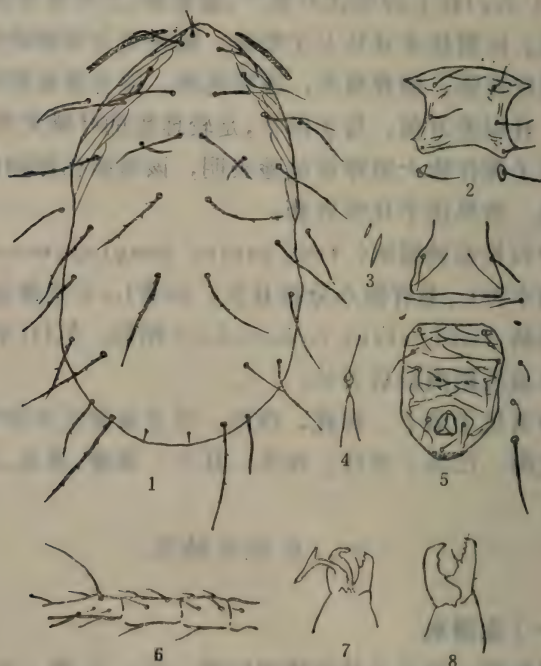


图56 拟长毛钝绥螨形态特征

- 1.背板 2.胸板 3.足后板 4.受精囊 5.腹肛板 6.巨毛 7.雄螨导精趾
8.雌螨螯肢

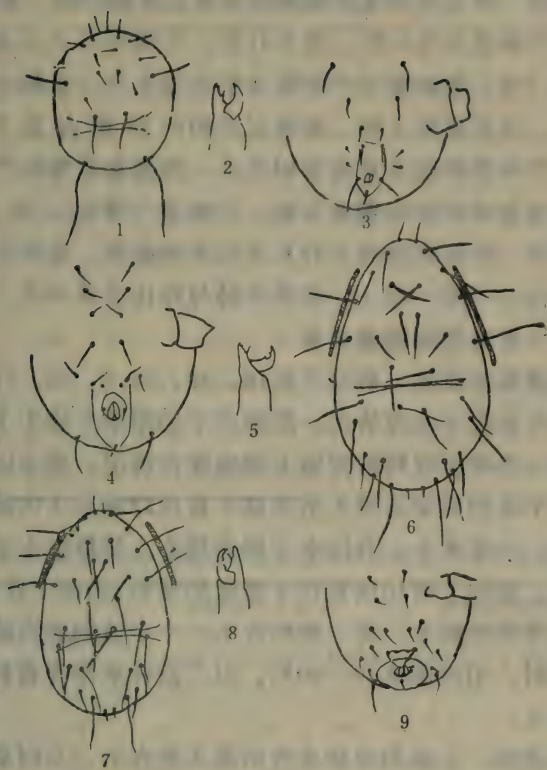


图57 拟长毛钝绥螨各发育阶段

幼 螨：1.背板 2.螯肢 3.腹板

第一若螨：4.腹板 5.螯肢 6.背板

第二若螨：7.背板 8.螯肢 9.腹板

表1 恒温和变温条件下成螨产卵前期寿命及产卵量

温 度	观察螨数	成螨寿命 (天)	产卵前期 (天)	产 卵 期 (天)
恒 温 30℃	15	18.8 ± 3.9	1.78 ± 0.67	15.6 ± 3.9
变度22—30℃	15	16.8 ± 3.1	1.33 ± 0.50	12.2 ± 3.4

2.产卵 雌成螨必须和雄成螨交配后才能产卵,在30℃恒温下雌螨总产卵最多为81粒,最少37粒,平均 57.4 ± 13.6 粒。产卵开始后第二天,每雌每天产卵数几乎直线上升,至第八天最多(5粒),以后逐渐下降,高峰以前的产卵量占总产卵量的42.7%。产卵量和捕食量有密切关系,随捕食量增加产卵量亦直线增加,捕食叶螨卵每增加5粒,产卵量约增加0.7粒。

3.性比 将新鲜卵放于27℃下饲养到成螨,观察性比结果平均为1:0.51(雌:雄)。雌螨年龄与性比关系不大。

(三)发育与温湿度关系

1.最适温度研究 研究了在15、20、22.5、25、27.5、30、32.5、35℃恒温下发育情况。把刚产下的卵单个放于个体饲养室内,每隔一小时在双筒解剖镜下观察发育情况,变态以观察到蜕皮为准。个体饲养室是用大培养皿(直径12厘米)内放泡沫塑料垫(直径,10厘米),并注水于培养皿中,使皿中水层始终保持低于垫面;垫面上放10块直径2厘米的黑布,黑布上放直径1.8厘米的薄型透明塑料片,每一塑料片为一个个体饲养实验室。每天光照15小时,相对湿度60—80%,以二点叶螨卵为食料。实验结果列于表2。

结果表明:①卵到成螨发育所需天数在32.5℃时最短,仅需三天,随着温度降低发育期延长,至15℃时约需20天,高于32.5℃时发育期亦会延长。②各虫态的发育期以卵期最长,幼螨期最短。③性别对发育期无明显影响。

以发育天数的倒数为发育速度,在15—32.5℃范围内,发育速度和温度有直线关系,超过32.5℃发育速度下降,卵、幼螨、第一若螨、第二若螨发育起点温度分别为:10.54,9.83,10.83,11.1℃。

2.高温对卵的孵化和幼螨死亡率的影响 用27℃下产后10小时之内的卵,经37.5℃和40℃高温不同时间处理,然后放在27℃下观察孵化率和孵出幼螨的死亡率,结果列表3。

表2 不同温度拟长毛钝绥螨的发育历期 ($\bar{X} \pm S.E$)

温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	观察虫数	卵	幼 螨	第一若螨	第二若螨	合 计
15.0	25	7.52 ± 0.08	2.18 ± 0.05	6.18 ± 0.26	4.09 ± 0.14	19.97 ± 0.3
20.0	26	3.2 ± 0.04	0.83 ± 0.02	1.63 ± 0.47	1.89 ± 0.07	7.54 ± 0.12
22.5	42	2.2 ± 0.30	0.67 ± 0.02	1.14 ± 0.02	1.17 ± 0.02	5.2 ± 0.04
25.0	50	1.93 ± 0.01	0.63 ± 0.01	1.1 ± 0.02	1.11 ± 0.02	4.76 ± 0.03
27.5	56	1.65 ± 0.01	0.54 ± 0.01	0.88 ± 0.01	0.93 ± 0.01	3.99 ± 0.03
30.0	56	1.4 ± 0.01	0.43 ± 0.004	0.8 ± 0.01	0.8 ± 0.02	3.43 ± 0.02
32.5	55	1.3 ± 0.01	0.40 ± 0.003	0.8 ± 0.02	0.7 ± 0.2	3.19 ± 0.03
35.0	53	1.3 ± 0.01	0.4 ± 0.01	0.89 ± 0.02	0.88 ± 0.02	3.48 ± 0.03

表3 高温处理不同时间对卵孵化率和幼螨死亡率的影响

温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	观 察 数	卵孵化率(%)			幼螨死亡率(%)		
		2 小时	4 小时	8 小时	2 小时	4 小时	8 小时
37.5	50	98	100	98	11.3	—	16.7
40.0	50	28	8	2	14.7	50.0	100.0

从表3可见, 37.5 $^{\circ}\text{C}$ 高温下处理时间对卵孵化率和幼螨死亡率影响不大, 40 $^{\circ}\text{C}$ 下即使处理二小时, 卵孵化率显著降低, 幼螨死亡率显著增加。

3. 湿度对卵孵化率的影响 取产下10小时之内的卵, 分别移置于载玻片上, 放于用饱和盐类调节的不同湿度下, 26 $^{\circ}\text{C}$ 下经50小时观察孵化情况, 每组重复5次。结果表明, 高湿有利于卵的孵化, 在相对湿度53%以下孵化率极低。

(四) 食性和捕食特性

试验了拟长毛钝绥螨对棉二点叶螨卵、幼螨、若螨、成螨,

以及七种食物（蓖麻、丝瓜、南瓜、桃、棉花、玉米、松树）的花粉、蜂蜜、蔗糖液、昆虫（麦蛾、红铃虫、粘虫）卵以及蚜虫和蓟马若虫的捕食情况及利用能力。结果表明，拟长毛钝绥螨能积极捕食叶螨的各种虫态并完成其发育世代。偏爱捕食卵和活动能力较小的幼螨，在25℃时每天捕食24头各种虫态的叶螨，30℃时每天捕食34头，32℃42头；能取食和利用花粉发育至成螨，但不能产卵。蜂蜜和蔗糖液虽可取食，但不利于发育；对昆虫卵和小昆虫不能捕食，甚至回避。

（五）季节消长和越冬

1. 季节消长 从5—9月调查了十六种植物上的拟长毛钝绥螨的消长，早春数量较少，7月上旬开始数量明显上升，7月下旬至8月中旬为高峰，8月下旬后随叶螨的下降而显著减少。

2. 越冬 1979年12月—1980年4月在宝山刘行、大场田间进行了五次调查结果表明，拟长毛钝绥螨以雌成螨在田边杂草的茎和根的接合部越冬（表4），其中以二点叶螨数量较多的一年蓬（*Erigeron* sp.）上最多，其次是葎草。

表4 拟长毛钝绥螨在一年蓬上的分布

1980年3月27日

检查部位	检查株数	有螨株率 (%)	说 明
地上部分	10	20	离表土1厘米以上的叶茎部分
地面部分	10	60	茎与根的接合部
表土部分	10	0	表土

（六）拟长毛螨分散习性

1. 分散和叶螨密度的关系 培养皿（直径9厘米）内放入泡沫塑料垫，上放塑料薄膜，注水于培养皿中以防螨从培养皿四周逃逸。左侧各皿中放入拟长毛钝绥螨雌螨2头，按比例放入不同

数量的叶螨卵；右侧各皿中仅放入叶螨卵50粒。用10厘米长的16号铁丝使两皿的塑料薄膜相连，供拟长毛钝绥螨从左皿分散至右皿，每隔6小时检查右皿中的螨数，各组实验重复5次，实验结果见表5：

表5 不同叶螨密度下拟长毛钝绥螨的分散

试 验 组 (益螨：叶螨)	左皿接种螨数		6 小 时		12小时		24小时		36小时		48小时	
	捕食螨	叶螨	左 食 叶	侧 存 螨	右 迁 入	侧 捕 食	食存	迁入	食存	迁入	食存	迁入
1:0	10	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
1:5	10	50	35	4	11	8	0	0	0	0	0	0
1:10	10	100	63	0	45	0	12	9	0	0	0	0
1:15	10	150	108	0	65	0	38	2	4	7	0	0
1:25	10	250	207	0	145	0	63	0	17	2	0	8

食物密度越低，分散发生越早。

2.分散方式 用钵栽豆苗（每株两子叶）进行实验，第一组两钵相邻放于水盆中，两钵间用1×15厘米的塑料片连接作为拟长毛螨的分散通道；第二组两钵放于水盆中，使两钵豆苗的叶片相接；第三组两钵以水隔离，没有任何通道，左钵豆苗上接上拟长毛螨5头，右面钵豆苗上接上叶螨30—50头，每隔2小时调查一次右钵豆苗上迁入的拟长毛螨数（表6）。在4小时内两叶相接的第二组即有80%的拟长毛螨分散成功，第一组仅40%的分散成功，第三组始终未见分散到右钵豆苗上的拟长毛螨，由此可见拟长毛螨的分散是靠爬行来达到的。

3.田间分散能力 株内分散：七月下旬观察拟长毛螨在株高70—80厘米，果枝10—12个的棉花上的分散情况。寄生于棉花各叶的二点叶螨密度大致相近，在单株隔离的棉花上分上、中上、中、中下和下五个部位，选择各部位的一张叶片接上30头拟长毛

表6 拟长毛钝绥螨分散结果

试 验 组	分 散 到 右 钵 的 拟 长 毛 螨 数		
	2 小 时	4 小 时	6 小 时
第一组	0	2	4
第二组	1	4	4
第三组	0	0	0

螨的成若螨，二天后检查分散到各果枝的情况。在株内食物密度大致相仿的情况下，分散是随机的，接螨后第二天从释放点可分散至全株30—60%的果枝上。分散的速度和接螨的部位关系不

表7 化学农药对拟长毛钝绥螨的杀伤力

农药名称	剂 型	稀释倍数	供 试 数	校正死亡率(%)	
				12 小 时	24 小 时
杀虫剂					
乐 果	40%乳剂	2000	75	80.7	91.2
乙酰甲胺磷	50%乳剂	2000	75	100	100
甲胺磷	50%乳剂	2000	75	82.2	96.4
敌百虫	90%晶体	1000	75	80.7	87.6
西维因	25%粉剂	500	75	77.4	77.2
杀虫脒	25%水剂	500	75	77.4	77.2
杀螨剂					
三氯杀螨砒	20%粉剂	800	75	29.4	31.6
杀菌剂					
托布津	50%粉剂	1000	45	27.4	9.3
多菌灵	50%粉剂	1000	45	13.9	15.3
稻脚青	20%粉剂	1000	45		9.3

大，但有释放于中上和中和下部分散稍快的倾向。

株间分散：在田间划出 4×4 米的小区，等行距种植棉花49株，7月10日每区内人工释放二点叶螨3000头左右，尽量均匀地分散接于各株，增殖一周后，田间叶片已出现为害症状，将各虫态的拟长毛螨约300头释放于小区中央的一株棉花上，每周逐株检查一次，棉株上查到一头拟长毛螨就算有迁入。结果一周内最远可迁至二米处，三周内几乎扩散至 4×4 米的范围。

（七）农药对拟长毛钝绥螨的影响

将室内饲养的拟长毛螨置于培养皿内的薄膜上，供给各种发育期的叶螨，使其充分取食。农药以水稀释一定的倍数，以手持喷雾器喷雾。处理后放于 30°C 恒温下，12和24小时后检查，求出校正死亡率，实验每组设5个重复，以清水作对照。

结果（表7）表明，拟长毛螨对杀虫剂很敏感，其中有机磷杀虫剂杀伤力量大，对杀螨剂和杀菌剂的耐药性较强，在常用浓度下，12小时内死亡率都在30%以下。

二、田间保护、释放防治二点叶螨的效果

（一）释放比例的研究

在田间释放前，必须确定拟长毛螨对二点叶螨以何种比例释放才能达到较好的效果，为此进行了如下的试验。

1. 室内试验 在玻璃温室内（温度 $20-35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度60—90%）以不同的雌拟长毛螨对雌叶螨比例，释放在盆栽二叶豆苗上，释放后固定一叶。每隔12小时检查叶上拟长毛螨和叶螨数（肉眼可辨数），结果表明，1:5，1:10释放后有明显的控制效果，第十天后能把叶螨压低到原来水平之下，而对照组叶螨数则直线上升。

2. 田间试验 在棉田设置1:10，1:20，1:30及对照四个小区，每一小区面积 2×3 米，内有棉花28株，预先释放二点

叶螨，增殖几天后，按比例释放拟长毛螨，每隔二天检查固定10叶上肉眼可辨认的拟长毛螨和二点叶螨所有的虫态。结果在田间以1:10，1:20比例释放，四天后叶螨数下降，一周后即可被控制；1:30时叶螨开始下降出现日稍迟，但十天后亦能被控制到最低水平。同期内对照区叶螨数量显著增加。

（二）田间应用试验

1. 在西瓜上的应用

（1）大田释放试验：选择西瓜地二块，分别于6月中旬和7月初进行接种试验，先人工释放叶螨，第二天在试验区以1:100的比例释放拟长毛螨，在释放区和对照区分别选定10张叶片，每隔5天调查叶片上拟长毛螨和叶螨数。对照区叶螨从6月18日每叶64.2头上升至7月2日的250头，增加3.9倍；在7月初的试验中从7月3日的每叶12头上升至7月13日的205头，增加17.1倍；而释放区6月中旬的试验第五天叶螨开始下降，至7月2日二点叶螨每叶只有3.2头，比原来的96.7头下降了30.28倍，7月初的试验亦有同样结果，释放15天后下降13.17倍。

（2）释放拟长毛螨和化学农药的比较试验：7月中旬设置释放区、化防区和对照区三块西瓜田。释放区以1:75比例释放，化防区同日喷2000倍甲胺磷，对照区不作任何处理。每隔二天各小区检查固定10叶上的拟长毛螨和叶螨数，算出单叶虫量。对照区叶螨数量几乎直线上升，至第八天上升4.29倍；释放区叶螨第四天后开始下降，至第八天下降9.98倍；化防区在施药后叶螨虽然明显下降，但至第八天虫量反较原来增加1.69倍。

（3）释放和常规防治的比较试验：释放区面积1.5亩，分别于6月16日、7月3日共释放拟长毛螨约1000头，其间进行人工助迁二次。一般常规防治大田12亩，于6月15日、7月15日分别用2000倍乐果和2000倍甲胺磷防治二次。在释放区和常规防治区各取20点，每点取5叶，根据下例虫情分级并算出虫情指数。

0级：全叶无叶螨；

I 级：叶螨 1—100 头；

II 级：叶螨 101—200 头；

III 级：叶螨 201—350 头；

IV 级：叶螨 351—500 头；

V 级：叶螨 500 头以上。

$$\text{虫情指数} = \frac{\sum (\text{虫情级数} \times \text{该虫情级数的叶数})}{\text{调查叶数} \times \text{最高虫情级数}} \times 100$$

7 月 17 日调查虫情指数，释放田为 13.4，常规防治区为 17.6，在以后半个月內两区都未采取任何防治措施；至 8 月 1 日调查，释放区虫情指数为 31.2，常规防治区上升为 88.4，比释放区增加 64.7%，叶片普遍发黄，和释放区有明显不同。

从上述试验来看，西瓜类匍匐作物由于田间小气候湿度大，有利拟长毛螨的生长发育，即使释放比例在 1 : 100 时，在二周内仍可控制二点叶螨的为害，如提高释放比例效果将更显著。

2. 在茄子上的应用 二点叶螨是上海郊区茄子上最主要的害虫，田间调查发现拟长毛螨能有效地控制二点叶螨的为害。为了证明这点，我们进行了二次田间试验。

第一次田间试验，在有自然发生拟长毛螨的茄子田内设置三个小区：自然发生区、化防区、补充释放区，研究了这三个小区内叶螨和拟长毛螨的关系。这三个小区原有的拟长毛螨和叶螨的比例分别为 1 : 90、1 : 50、1 : 114。7 月 17 日在补充释放区释放拟长毛螨，使其对叶螨的比例提高到 1 : 16，同日在化防区喷 2000 倍甲胺磷，自然发生区不作任何处理。各小区固定 50 叶，以后每隔 5 天调查一次。补充释放区由于提高了拟长毛螨对叶螨的比例，叶螨在补充释放后的第五天开始下降，在 10 天之内把叶螨从原来的每叶 45.6 头下降至不到 7 头，下降近 7 倍，以后继续下降，至释放后的 25 天内未见上升；而化防区 5 天后叶螨虽然从原来的每叶 95 头下降至 2.4 头。由于拟长毛螨大量杀伤，这种水平仅维持 10 天，以后叶螨反而大幅度上升；在自然发生区，由于拟长

毛螨对叶螨比例较小，拟长毛螨相对数量少，对叶螨的抑制作用出现较迟，经一定时间增殖后，才表现出控制能力。

第二次田间试验，先喷一次杀虫剂，以除去原有的叶螨及拟长毛螨等天敌，二天后各小区选定10株接叶螨，定居后各株叶螨数达每叶10头，释放区以1:5释放拟长毛螨，化防区喷800倍三氯杀螨砒，对照区不作任何处理；每隔2—3天调查一次，结果和前一次试验相似。

3. 在棉花上的应用

(1) 1979年7月下旬在刘行公社棉田以1:35比例释放5天后拟长毛螨增加12倍，叶螨急剧下降，直至8月10日未见叶螨回升。

(2) 1980年6月上旬在刘行条麦套种的直播棉田设置释放区（对其它害虫不防治）；释放、化防区（除叶螨释放拟长毛螨防治外，其它害虫进行化学防治）；常规防治区（不释放拟长毛螨，按当地一般大田进行防治）；对照区（不防治）共四个小区，小区以畦相隔，总面积为10.25亩。

6月中旬人工接二点叶螨，使各区叶螨密度大致相同，6月25日后各试验区采取的防治措施见表8；各区每隔5天调查一次，7月30日前各区查50株上的总叶螨数，7月30日起各区调查50叶上的总叶螨数。

由于试验田棉花生长较迟，7月上旬才现蕾，拟长毛螨在株间的扩散缓慢，所以第一次释放后防治效果不显著，但在7月中旬和7月底二次释放后叶螨数量都很快下降。虽然因连续阴雨，对照区叶螨数也下降，掩盖了释放效果，然而从8月5日的叶螨数来看，第一区经三次释放后较基数增加11.1倍；采用释放加化防的较基数增加7.7倍；常规防治区用了二次化学农药较基数增加了12.4倍；而对照区同期则增长了24.6倍。从这里仍可看出释放拟长毛螨的作用。

表 8 棉田各小区采取的防治措施

试 验 区	措 施 内 容
释 放 区	<ol style="list-style-type: none"> 1. 6月25日以 1:10 (拟长毛螨:叶螨) 释放拟长毛螨 2. 7月10日点片释放拟长毛螨 3. 7月31日以 1:10 释放一次
释放、化防区	<ol style="list-style-type: none"> 1. 6月25日、7月10日释放二次拟长毛螨 2. 7月25日喷500倍西维因防治二代玉米螟
常规防治区	<ol style="list-style-type: none"> 1. 7月10日喷2000倍甲胺磷防治二点叶螨 2. 7月22日喷500倍西维因防治二代玉米螟
对 照 区	未采取任何措施

三、人工饲养及保存

(一) 拟长毛钝绥螨的饲养

现有植绥螨的饲养方法有把植绥螨直接接于有叶螨寄生的植物上,也可把植绥螨放于不能逃避的容器内,喂食有叶螨寄生的植物叶片。前者花时虽少,但需要较大的空间,同时收集植绥螨困难;后者花时虽多,但管理较为方便。

用直径12—15厘米的培养皿(垫料如前所述),以棉花纤维丝作为产卵支持物。每培养皿接雌成螨50—70头,把叶螨直接刷于薄膜上供其取食。

另外用指形管(1×5厘米)饲养已获成功。每管放入产卵的雌成螨5—10头,给于充足食料,管口塞棉球,在30℃下经10—15天可得100头以上的各种虫态的拟长毛螨。小塑料袋也可用于短期饲养。释放时将装有拟长毛螨的小袋、小管或豆叶直接用于田间,亦可在低温下短期贮藏。

(二) 叶螨的供应

由于拟长毛螨仅以叶螨为食时才能产卵繁殖，所以食物（叶螨）的保证供应是很重要的。叶螨可以直接取自田间作物，但为保证早春及冬季的供应，必须人工饲养。饲养叶螨的寄主植物可以用蚕豆、菜豆等，但以蚕豆在每单位面积的空间内可生产较多的叶螨。先将蚕豆催芽，按 5×5 厘米间距播种于沙钵中，当豆苗有4—5张叶片时即可接上雌成螨每叶5—10头，在 30°C 温度，相对湿度70%以下，给予充足的光照，十天左右即可得叶螨每叶100头以上。

根据饲养计划，蚕豆可分批播种，以保证叶螨的连续供应，多余的叶螨亦可暂时保存于低温（ 7°C 左右）下7—10天。

（三）拟长毛钝绥螨的贮存

我们对拟长毛钝绥螨进行了初步试验，雌成螨在 10°C 左右温度下与叶螨一起贮存，一般经60天生存率仍在90%以上，对产卵无影响。

二年来的试验研究，初步肯定了拟长毛钝绥螨的使用价值，为了大面积推广应用，尚需创造条件，批量生产，在不同年份、多种作物上做多点示范推广，这正是我们日后需努力的。

有益微生物的应用

苏云金杆菌的工业生产和应用

湖北农科院植保所

彭中允 吕淑珉 刘承浩

徐荣春 黄炳高 朱光银

苏云金杆菌 (*Bacillus thuringiensis* Berliner) 对人、畜、植物和天敌生物安全, 不污染环境, 不易使害虫产生抗药性, 生产原料易得, 并能进行工业化生产, 是近二十余年来国内外研究、生产和应用得最多的一种微生物杀虫剂。

早在解放初期, 我国细菌学家孟雨从法国引进苏云金杆菌菌粉; 1953年原华北农科所曹骥在实验室进行了防治玉米螟试验; 1959年初东北农学院张鸿履从苏联引进苏云金杆菌的几个菌株, 进行了室内外治虫效果试验; 同年中国科学院昆虫研究所(现动物研究所)对血清型H₁的苏云金复种进行防治试验, 并于1963—1964年由上海医药工业研究院同湖南细菌肥料厂(现湖南微生物研究所)协作进行了制造工艺的研究。湖北省农业科学院植物保护研究所(原湖北省农科所植保系)1961年开始对血清型H₅的蜡螟变种(青虫菌)开展了试制和应用研究, 1963年用实验室制作的粉剂治虫, 取得良好的田间效果, 在武汉抗菌素厂进行工业扩大试制。1964年通过技术鉴定, 由中央化工部投资, 我国第一个生产农用微生物的青虫菌车间(即武汉微生物农药厂)于1965年底建成, 并正式投产。六十年代中期我国主要生产血清型H₅的蜡螟杆菌变种(青虫菌或杀螟杆菌)、H₁型的苏云金杆菌和H₄型的松毛虫杆菌; 七十年代中期除青虫菌生产外, 还有H₃型

的“7216”、HD—1、H₅型的“140”等。近年来为了防治蚊子幼虫——孑孓,还试制H₁₄型的以色列杆菌(*B.t.var.israelensis*)。

一、菌种和晶体毒素的研究

苏云金杆菌近缘于蜡状芽孢杆菌(*Bacillus cereus*),关于其分类问题,过去没有完全统一的意见,有的学者认为它是蜡状芽孢杆菌的一个变种;另一种意见认为产生芽孢、晶体是它的特征,应为芽孢杆菌群中的一个独立的种。近年来多倾向于后一种看法,并建立了以生化和酯酶型特别是血清学反应为依据的分类系统。据报道,目前苏云金杆菌已有16个血清型26个变种。

我国科技工作者对苏云金杆菌资源的收集和分类鉴定作了不少工作,如中国科学院动物所等单位,曾对58个菌株进行了鉴定,中国科学院沈阳林土所和武汉病毒所曾对国内外14个血清型的49株菌种的酯酶谱和血清型H₃的库斯塔克变种、H₅的蜡螟变种的蛋白谱进行了分析。七十年代以来陆续发现并发表的已有七个血清型共62个菌株。属于血清型H₁的苏云金变种(*Bacillus thuringiensis var.thuringensis*)有13株;血清型H₂(*B.t.var.finitimus*)1株;血清型H_{3a-3b}的库斯塔克变种(*B.t.var.tienmensis*)“7216”1株;血清型H_{4a-4b}的松蠹变种(*B.t.var.dendrolimus*)3株;血清型H_{4a-4c}的肯尼亚变种(*B.t.var.kenyae*)5株;血清型H_{5a-5b}的蜡螟变种(*B.t.var.galleriae*)37株(其中一株无边毛抗原定名为*B.t.var.wuhanensis*);血清型H_{8a}的玉米螟变种(*B.t.var.ostriinae*)和云南变种(*B.t.var.yunnanensis*)。这充分表明我国幅员辽阔,自然条件复杂,昆虫种类繁多,蕴藏着许多具有高效杀虫性能的菌种资源,有待进一步开发。

对晶体毒素也开始进行研究。在菌体和晶体毒素对害虫致病

作用的研究中，我们从组织切片观察到，不同培养时间的苏云金杆菌感染菜青虫（*Pieris rapae*），未形成晶体、芽孢时的营养体（培养8—10小时），也能毒杀菜青虫，并在虫体内大量繁殖。这表明晶体出现之前，苏云金杆菌的细胞内已有晶体前毒素的存在，而菌体在昆虫体内再繁殖，也是促成害虫死亡原因之一。

苏云金杆菌对多数夜蛾科害虫的毒效一般都较差。中国科学院动物研究所筛选出的“7404”菌对粘虫的毒力较强，与HD—1相近。该所对粘虫及吐肠道液中的酶蛋白进行了研究，肯定了该蛋白酶对晶体的水解作用，说明粘虫肠道蛋白酶是“7404”晶体从毒原降解释放出有毒蛋白的主要因素之一。进一步了解昆虫肠道蛋白酶的性质及其与苏云金杆菌不同品系的关系，会有助于筛选对害虫高毒效的菌株。

中国科学院武汉病毒所对几种苏云金杆菌晶体的毒力及形态结构进行了研究，观察到方形和有镶嵌形的较大的菱形晶体对家蚕和棉铃虫都有一定的毒效；无规则形状或无镶嵌形的细小菱形晶体对上述两种昆虫无毒或毒力很低；方形和具镶嵌形的菱形晶体易受超声波的破坏。

二、生产菌种的筛选、毒力提高和保藏方法的研究

近二十年来，我国工厂生产的菌种都是用防治的目标害虫来进行生物复壮更新的（一般反复经过五次感染虫体分离筛选毒力高的菌株），因为生物复壮能使菌种恢复和提高对目标害虫的感染能力。同时由于苏云金杆菌不同菌种甚至不同菌株产生晶体毒素的能力不一样，不同菌种对不同种类的昆虫敏感程度也有差异，只有通过生物测定的办法，才能辨别菌种的真正毒力。选出的菌株投产前经过对害虫的毒力测定和生产性能的严格考核，如合格青虫菌种的标准是：以含芽孢数100亿/克的菌剂稀释2000

倍，即0.05亿/毫升的浓度，在30℃条件下处理菜青虫，24—30小时的死亡率要求达到80—90%；生产性能良好，在发酵过程中生长繁殖正常，20—24小时形成芽孢和晶体，同步率高。考核合格的菌种方能正式投产。

1969—1973年间，不少工厂出现了噬菌体的危害，通过大量的调查研究表明，当时我国有多种噬菌体发生。根据噬菌体及其噬菌斑的形态结构进行区分，如湖北有4种，广东有6种，山东有3种，中国科学院动物所从全国六个不同地方收集的样品中归纳有5种。不同种类的噬菌体对不同的菌株具有不同的敏感性，有的专性很强，有的具有交叉感染特性，对温度、紫外线、pH的反应各异。采用以噬菌体为生物因子筛选抗株的方法，各地都获得一批抗株，例如中国科学院动物研究所从H₅的010菌株中筛选到R₀₃₋₂、R₀₂₋₅、R₂₉₋₂菌株，对噬菌体G₉有良好抗性，毒力与生物学特性保持原菌株的良好性能。但许多工厂在筛选过程中只注意抗株的获得，而忽视了杀虫毒力的保持与提高，以致产品质量下降，严重地影响了苏云金杆菌的生产和应用。如武汉微生物农药厂生产过的39号菌株就是这样（图58、59）。

我所与武汉微生物农药厂协作，在选育抗噬菌体菌株的途径上，采用高毒力的出发菌株，即以高剂量γ射线（25万伦琴）处理，用多种噬菌体，由裂解力弱的到裂解力强的次序，分别与菌种共同培养、虫体复壮种种方法穿插进行选种，终于选到能抗武汉地区经常危害的三种噬菌体，特别是裂解力很强的E型噬菌体，并且杀虫毒力不下降，经虫体多代复壮抗性亦稳定的两个抗株——64号和82号（据1977年昆虫学报报道，中山大学生物系用稻纵卷叶螟、松毛虫和菜青虫作毒力测定，在四个供试菌剂中，青82毒力最高，见表1、2）。稳定了武汉微生物农药厂等单位的工业化大量生产，保证了产品的质量。

实践证明，选育抗株并不是一劳永逸的，随着生产的不断发展，噬菌体的变异，抗株抗性的减弱，甚至新噬菌体的潜入，都

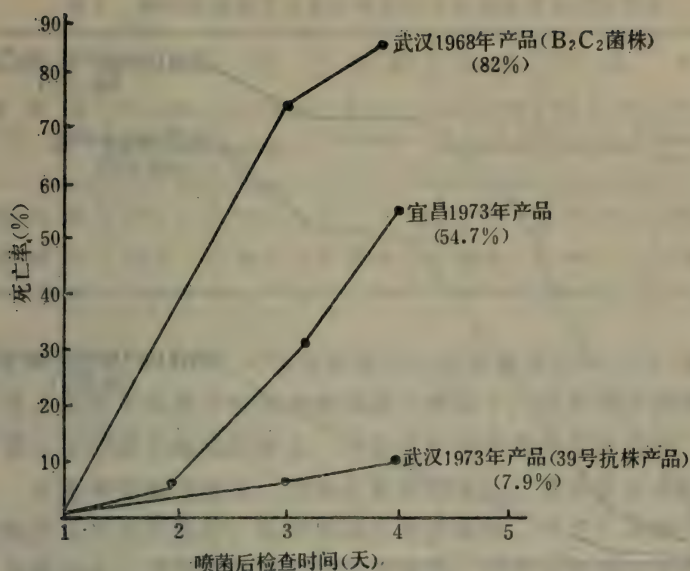


图58 青虫菌不同菌种产品对菜青虫毒效比较
(1974年4月, 武昌)

有可能造成新的危害。我们认为解决噬菌体的主要措施不仅是选育抗株, 更重要的是应该加强生产管理, 如严格控制生产菌种的纯培养, 生产环境特别是空气过滤系统的清洁灭菌, 后处理的菌剂尘埃和倒罐废液的控制等, 对稳定菌剂的生产起着积极的作用。上海西郊公园微生物农药厂由于采用综合治理的措施, 十多年来生产H₅型的青虫菌很少因噬菌体的危害而倒罐, 为苏云金杆菌的稳定生产作出了典范。

中国科学院武汉病毒所用0.1%的MNNG处理H₅型的“140”和H₅型的tolworthi变种诱变菌株, 用斜纹夜蛾和粘虫作供试虫进行生物测定, 结果得到H₅型的突变株“623”, 能产生晶体毒素, 但失去形成孢子的能力, 对家蚕的毒力只有出发菌“140”的五分之一, 对斜纹夜蛾的毒力则为出发菌株的九倍

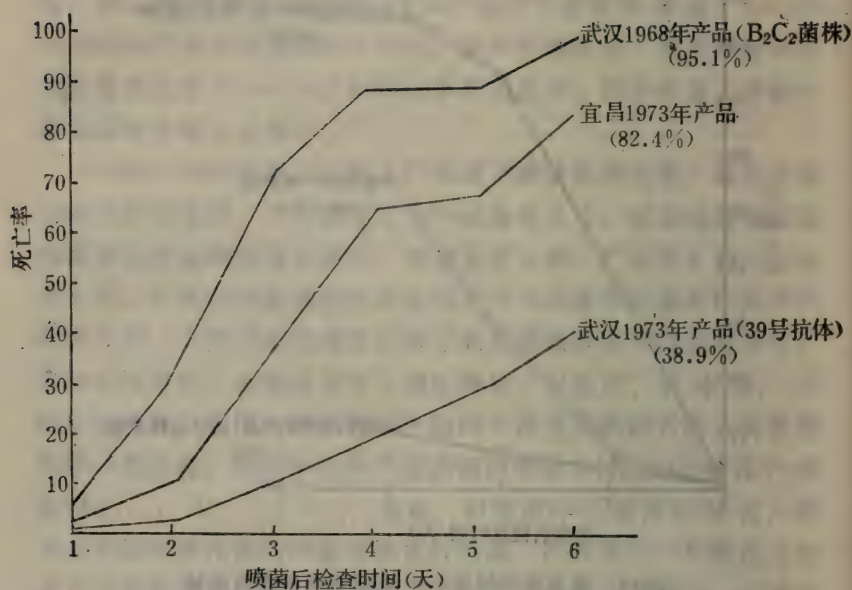


图59 青虫菌不同菌种产品对菜青虫毒效比较
(1974年, 广州)

表1 苏云金杆菌四个制剂对稻纵卷叶螟的毒力比较

制 剂	Lc50(mg/ml)	相对毒力指数
青82 (<i>B.t.var.galleriae</i>)	1.74	1000
751 (<i>B.t.var.kurstaki</i>)	2.40	760
上杀 (<i>B.t.var.galleriae</i>)	4.17	410
长松 (<i>B.t.var.dendrolimus</i>)	4.27	400

表2 相同剂量的苏云金杆菌对松毛虫和菜青虫的致死率

试 验 虫	青 82 (<i>B.t.var. galleriae</i>)	751 (<i>B.t.var. kurstaki</i>)	德 苏 (<i>B.t.var. thuringiensis</i>)	长 杀 (<i>B.t.var. galleriae</i>)	上 杀 (<i>B.t.var. galleriae</i>)	长 松 (<i>B.t.var. dendrolimus</i>)
松 毛 虫	70.1	64.3	—	—	43.4	61.9
菜 青 虫	75.4	69.7	59.4	58.1	69.1	56.9

多。H₉型的“9401”对粘虫的毒力比出发菌株tolworthi高十三倍多，但作者认为尽管诱变株的毒力提高了，但如用于防治这些对苏云金杆菌不敏感的害虫，还存在需用剂量过高的问题。

在菌种保藏方法上，国外主要用冻干法。我国苏云金杆菌的保藏有采用冻干法的，也有用砂土管保藏的，但工厂大都采用砂土管保种法。通过试验和生产实践证明，砂土管法与冻干法一样能使苏云金杆菌芽孢处于休眠状态，长期保藏，而菌种特性和毒力不变（表3）。砂土管法还具有比冻干法更多的优点即：制作设备简单，使用时远较冻干法方便，用一支菌种可多次使用，随用随取。砂土管法保种是一种经济、有效的好方法。

表3 苏云金杆菌蜡螟变种保藏试验

保藏方法及时间	对 菜 青 虫 的 致 死 力		
	使用浓度(亿/ml)	处理24小时后 死亡率(%)	处理36小时后 死亡率(%)
冻干法保藏13年	0.1	66.6	80.0
砂土管法保藏15年	0.1	72.7	100.0
砂土管法保藏5年	0.1	64.2	85.7
砂土管法保藏1月	0.1	69.0	93.0
(对照)			

三、关于苏云金杆菌发酵培养基的研究

苏云金杆菌对营养的适应范围较广，但由于其毒死害虫的主要成分是它的蛋白质晶体部分，这种内毒素是菌体细胞的一部分。因此要获得高质量的产品，在培养(发酵)过程中就要求供给丰富的氮源，适当的碳源和少量的无机盐类等。苏云金杆菌各变种或菌株的最适培养基成分不完全相同。培养基原材料来源(产地)的不同，质量的好坏，有效的营养成分也各有差异，甚至发酵设备与技术都直接影响营养物质的利用。所以生产单位必须针对自身的具体情况，进行试验，确定生产既经济又高效的菌剂培养基成分配比，未经精确试验不任意改变。

可供做培养基氮源的原料有黄豆饼粉、花生饼粉、棉籽饼粉、鱼粉、蚕蛹粉、酵母粉、蛋白胨、玉米浆等，其中以蛋白胨的氮素营养最为丰富，对我国生产的几个血清型的苏云金杆菌菌种都有良好的效果。淀粉、糊精、葡萄糖等则是含有丰富碳源的材料。工厂生产采用的无机盐有 Na_2HPO_4 、 KH_2PO_4 、 MgSO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 FeSO_4 等。采用这些材料的最大特点是能满足苏云金杆菌发酵的要求，来源丰富，成本低廉。我国常用的发酵培养基配方如下：

(一) 种子罐培养基

1. 花生饼粉0.5%，玉米浆0.5%，葡萄糖0.2%，pH消前7.2—7.5。

2. 花生饼粉0.6%，葡萄糖0.12%，糊精0.12%，蛋白胨0.03%， MgSO_4 0.03%， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.03%，pH消前7.6。

3. 豆饼粉1%，糊精0.4%，蛋白胨0.2%， CaCO_3 0.1%， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.03%， MgSO_4 0.03%， Na_2HPO_4 0.2%，pH消前7.5—8.0。

(二) 发酵培养基

1.花生饼粉2.0% (或黄豆饼粉1.5%)，玉米浆0.9%，糊精0.8%，饴糖0.5%，蛋白胨0.1% (用黄豆饼粉时则为0.05%)， CaCO_3 0.2%， MgSO_4 0.075%， KH_2PO_4 0.07%， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.2%，pH消前7.2—7.5。

2.黄豆饼粉2%，棉籽饼粉1%，淀粉0.8%，蛋白胨0.2%，玉米浆1%， CaCO_3 0.2%， MgSO_4 0.03%， KH_2PO_4 0.03%，pH消前7.2—7.5。

3.豆饼粉2%，糊精0.4%，蛋白胨0.25%， MgSO_4 0.03%， CaCO_3 0.1%， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.03%， Na_2HPO_4 0.02%。

4.豆饼粉3%，蛋白胨0.1%，酵母粉0.3%，淀粉0.8%， CaCO_3 0.2%， MgSO_4 0.18%， KH_2PO_4 0.04%，pH消前7.2—7.5。

配备培养基时，加入0.1%的甘油聚醚或0.3—0.4%的豆油作消沫剂，设备好的厂则加消沫剂的一半量入培养基，另一半加在贮油罐中备用，视发酵过程中泡沫出现情况决定补加与否。

利用上述培养基配方通气培养6—8小时的种子液，含菌数平均在10—15亿/毫升，大罐发酵液在25—47亿/毫升，少数厂可达40—70亿/毫升。我国采用的苏云金杆菌培养基的养分水平如下 (以种子培养基C和发酵培养基C为例)：

培养基种类	总糖 (mg/ml)	溶磷 (r/ml)	总氮 (mg/ml)	氨基氮 (r/ml)	糖/氮
种子培养基	0.04	250	0.74	97.41	5.46
发酵培养基	5.64	258	1.15	162.77	4.90

四、苏云金杆菌的工业生产工艺

我国苏云金杆菌商品制剂，目前只有一般粉剂和可湿性粉剂，其工艺比较简单，设备不复杂，生产周期短，但在剂型和工

艺等方面有待改进和提高。

(一) 工艺流程

砂土管菌种 $\xrightarrow{\quad}$ 茄瓶斜面 \nearrow 三角瓶种子液 \searrow
(或冻干菌种) \searrow 种子罐种子液 \nearrow
加填料 $\xrightarrow{\quad}$ 板框过滤 $\xrightarrow{\quad}$ 滤饼 \nearrow 调浆 \rightarrow 喷粉干燥 \searrow
 $\xrightarrow{\quad}$ \searrow 烘干 \rightarrow 粉 碎 \nearrow
菌剂质量检查 \rightarrow 成品包装。

(二) 发酵设备 (图60)

(三) 接种培养 (发酵) 及发酵条件的控制

我国早期生产苏云金杆菌采用三级发酵,以后一般用孢子悬液接入种子罐再入大发酵罐培养或直接将种子悬液接入发酵罐。为保证有足够的空气量,一般投料(培养基)量为罐体积的60%。每吨罐接一支茄瓶斜面菌种悬液。接种用压差法针刺接入以杜绝污染。二级发酵的种子需在种子罐中培养6—8小时,涂片镜检营养细胞着色均匀,形态正常,进入对数生长期,无杂菌污染,按1—1.5%的接种量直接压入发酵罐中。正常条件下一般培养18—22小时即可成熟。

发酵条件控制直接关系到发酵质量,特别是温度和空气的掌握至为重要。生长繁殖期间控制罐温在28—30℃,芽孢晶体成熟后在30—34℃之间,不能超过35℃。罐压保持在0.5公斤/厘米²。种子罐搅拌器200—250转/分钟常开。发酵罐搅拌器185转/分钟常开。通气量6—8小时为1:0.8(V/V/分),以后逐渐加大,12小时后可达1:1.5(V/V/分)。发酵过程中如泡沫过多,需加适量的豆油或其他消沫剂。

(四) 发酵液样品检查和放罐

发酵质量的检查,一般在接种后6—8小时开始,每隔2小时取样检查一次。在正常发酵过程中,发酵液的pH值、菌形、菌数等均有一定的规律。在我国目前生产技术条件下pH变化范围8小时前一般在6.5—6.8,8小时至12小时以后逐渐上升至

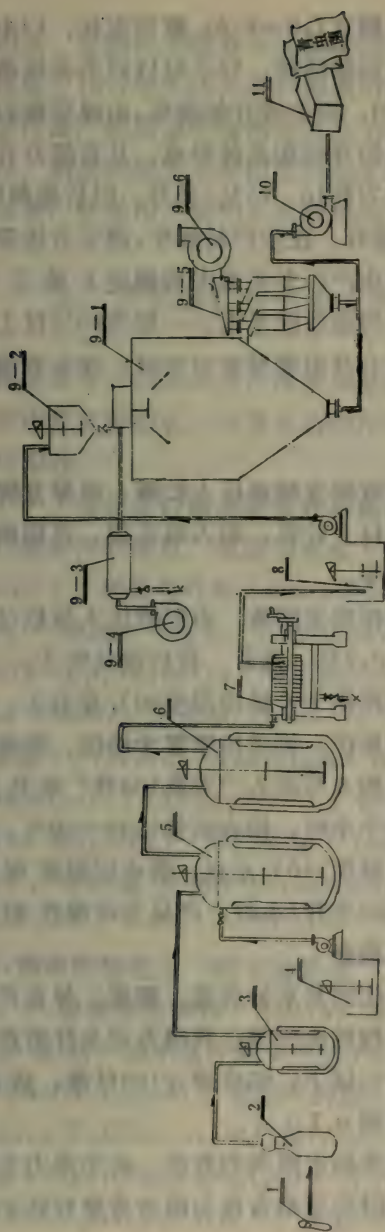


图60 苏云金杆菌工业生产工艺设备示意图

1. 砂土管接种 2. 斜面接种 3. 种子罐 4. 配料罐 5. 发酵罐 6. 贮罐
7. 板框过滤器 8. 打浆罐 9-1. 喷雾干燥塔 9-2. 高位贮槽
9-3. 散热器 9-4. 鼓风机 9-5. 旋风分离器 9-6. 抽风机 10. 粉碎
11. 成品

7.2—7.5，后期至出罐时一般在7.5—8.0；菌形变化，12小时前细菌单个或2—3个成串，运动活跃，12小时以后不甚活动，至18小时左右，细胞着色不均匀，原生质开始凝集，出现芽孢和晶体雏形，18小时以后即有明显的芽孢和晶体形成，且有部分开始脱落；菌数开始培养8小时左右在10—15亿/毫升，以后逐渐增多，至出罐时一般在25—47亿/毫升。在生产过程中，测定方法要求简便快速结果才可靠。我国各生产厂多年来主要测定上述三个项目。根据后处理时间长短，确定放罐早迟，一般当90%以上芽孢晶体明显形成，并有20%左右自孢囊释放出来时，标志着培养成熟，即可放罐。

（五）后处理

加填充剂：通过物料管道将发酵液压入贮罐，根据发酵液含菌数按产品含孢量100亿/克以上计算，加入填充剂。我国使用的填料有滑石粉、轻质碳酸钙等。

过滤：加填料并充分搅拌的发酵液，由贮罐压入板框过滤器过滤，滤液含菌数不得超过0.3亿/毫升。最后通气吹干。

干燥：可直接将滤饼切碎烘干（烘房温度60℃左右），粉碎即成。规模较大设备较好的单位，则采用喷雾干燥法，即将滤饼刮入打浆储罐，按加填料量的8%加入“农乳100号”或其他助剂，再加适量的滤液，搅拌半小时，使含固量达40—50%。菌浆通过管道打入喷雾塔，进口温度140℃左右，塔中层温度保持在65—75℃，喷嘴流量400—500立升/小时，产品为可湿性粉剂。

（六）产品质量标准及检查

产品质量检查用常规方法测其水分含量、细度、每克产品中的活孢子数、镜检晶体、芽孢的比例等。我国苏云金杆菌产品质量暂定标准为：水分含量4%以下；细度通过100目筛；活孢子数100亿/克以上；晶体：芽孢 = 1 : 1。

国外已采用生物测定法来标定菌剂的效价，由于毒力主要取决于晶体内毒素的质和量，因此芽孢含量与菌剂质量好坏不一定

成正相关，生测法才能真正反映菌剂毒力，从而指导大田使用菌剂的浓度。1977年中山大学生物系用家蚕作供试虫，进行了几种苏云金杆菌产品质量生物测定方法的研究，由于选用的指示虫种是益虫，测出的效价与大田防治的多种害虫效果的相关性差，因而尚未被广泛采用。我们正在继续进行这方面的研究。

五、苏云金杆菌在农（林）业上的应用

我国对自产的苏云金杆菌制剂普遍开展了防虫试验。结果表明，对许多重要的农、林害虫防治作用显著，治虫成本与一般化学农药相近。

（一）苏云金杆菌能致病和毒杀的害虫

1. 粮食作物害虫 直纹稻苞虫 (*Parnara guttata* Bremer et Grey)、稻纵卷叶螟 (*Cnaphalocrocis medinalis* Guenee)、三化螟 [*Tryporyza incertulas* (Walker)]、二化螟 [*Chilo suppressalis* (Walker)]、稻螟蛉 (*Naranga aeneascens* Moore)、玉米螟 [*Ostrinia palustralis* (Hubner)]、高粱条螟 [*Proceras venosatum* (Walker)]、白薯天蛾 [*Herse convolvuli* (Linnaeus)]、甘薯麦蛾 (*Brachmia macroscopa* Meyrick)、劳氏粘虫 [*Leucania loreyi* (Duponchel)]、马铃薯麦蛾 (*phthorimaea operculella* Zeller) 等。

2. 棉麻作物害虫 棉小造桥虫 [*Anomis flava* (Fabricius)]、棉顶点金刚钻 [*Earias cupreoviridi* (walker)]、棉褐带卷蛾 (棉小卷叶蛾) (*Adoxophyes orana* Fischer von Röslerstamm)、棉卷叶野螟 (棉大卷叶蛾) (*Syllepta derogata* Fabricius)、棉灯蛾 (*Diacrisia obliqua* walker)、棉铃虫 [*Heliothis armigera* (Hubnee)]、红铃虫 [*Pectinophora gossypiella* (Saunders)]、小地老虎 [*Ag-*

rotis ypsilon (Rottemberg)]、大巢蓑蛾 (*Clania variegata* Snellen)、苧麻夜蛾 (*Cocytodes caerulea* Guenee)、苧麻黄蛱蝶 (*pareba vesta* Fabricius)、烟青虫 [*Heliothis assulta* (Guenee)]、人字纹灯蛾 [*Spilarctia subcarnea* (Walker)] 等。

3. 油料作物、绿肥、牧草害虫 大豆食心虫 (*Leguminivora glycinivorella* Matsumura)、豆荚野螟 (*Maruca testulalis* Geyer)、豆天蛾 (*Clanis bilineata tsingtaica* Mell)、芝麻鬼脸天蛾 (*Acherontia styx* Westwood)、褐萍水螟 [*Nymphula turbata* (Butler)]、黄斑草荚蛾 (草原毛虫) [*Gynaephora alpherakii* (Grum-Grschimailo)] 等。

4. 蔬菜害虫 菜粉蝶 [*pieris rapae* (Linnaeus)]、小菜蛾 (*plutella maculipennis* Curtis)、菜心野螟 (*Hellula undalis* Fabricius)、银纹夜蛾 (*plusia agnata* Staudinger)、甘蓝夜蛾 [*Barathra brassicae* (Linnaeus)]、斜纹夜蛾 [*prodenia litura* (Fabricius)]、甜菜夜蛾 [*Laphygma exigua* (Hubner)]、芜菁叶蜂 [*Athalia rosae* (Linnaeus)] 等。

5. 果茶、桑树、中药材及木本粮油等 柑桔凤蝶 (*Papilio xuthus* Linnaeus)、柑桔长卷叶蛾 (茶卷叶蛾) (*Homona coffearia* Meyrick)、苹果巢蛾 (*Yponomeuta padella* Linnaeus)、苹果小卷叶蛾 [*Laspeyresia pomonella* (Linnaeus)]、苹果尺蠖 (*Apocheima* sp.)、沙枣尺蠖 (*Apocheima cinerarius* Erschoff)、茶黄毒蛾 (*Euproctis pseudoconsersa* Strand)、茶尺蠖 (*Ectropis obliqua* Warren)、茶蚕 (*Andraca bipunctata* Walker)、小巢蓑蛾 (茶避债蛾) (*Clania minuscula* Butler)、中国绿刺蛾 (*Parasa sinica* Moore)、黄刺蛾 [*Cnidocampa flavescens* (Walker)]、

扁刺蛾〔*Thosea sinensis* (Walker)〕、油茶尺蠖(*Biston marginata* Matsumura)、乌桕黄毒蛾〔*Euproctis bipunctatex* (Hampson)〕、油桐蓑蛾(*Chalia larminati* Heylearts)、油桐尺蠖(*Buzura suppressaria* Guenee)、桑蛾(*Rondotia menciaana* Moore)、桑尺蠖〔*Phthonandria atrilineata* (Butler)〕等。

6. 园林绿化及经济林木害虫 美国白蛾(*Hyphantria cunea* Drury)、马尾松毛虫〔*Dendrolimus punctatus* (Walker)〕、西伯利亚松毛虫(*Dendrolimus sibiricus* Tschetwerikow)、杉梢小卷叶蛾(*Polychrosis cunninghamicola* Liu et Pai)、云杉球小卷叶蛾〔*Pseudotomoides strobilellus* (Linnaeus)〕、褐新林舟蛾〔*Neodrymonia brunnea* (Moore)〕、杨扇舟蛾(白杨舟蛾)〔*Clostera anachoreta* (Fabricius)〕、杨二尾舟蛾(*Cerura menciaana* Moore)、舞毒蛾〔*Lymantria dispar* (Linnaeus)〕、榆绿天蛾〔*Callambulyx tatarinovi* (Bremer et Grey)〕、蓝目天蛾(*Smerithus planus* Walker)、臭椿皮蛾〔*Eligma narcissus* (Cramer)〕等；还有仓库害虫如赤拟谷盗〔*Tribolium castaneum* (Hbst.)〕、米黑虫(*Aglossa dimidiata* Haw.)、粉斑螟〔*Ephestia cautella* (Walker)〕、地中海粉螟〔*Ephestia sericarium* (Scott)〕等。

苏云金杆菌在我国虽对上述八十余种害虫都有不同程度的致病和毒杀作用，但能够最经济有效防治的害虫有以下二十余种，即稻苞虫、稻纵卷叶螟、稻螟蛉、玉米螟、高粱条螟、棉小造桥虫、苧麻黄蛱蝶、烟青虫、萍螟、菜青虫、小菜蛾、柑桔凤蝶、舟型毛虫、栗褐天蛾、杉梢卷叶蛾、松毛虫类、刺蛾类和蓑蛾类等。

对一些以隐蔽生活方式危害的害虫如水稻三化螟、棉铃虫、棉红铃虫、豆荚螟等室内直接感染试验毒效都很高，但在田间就

很差,除非每隔3—5天喷施一次菌剂,经常保持高度的防护状态或者同具有熏蒸或内吸作用的化学农药混合施用,才能起到显著的作用。这样固然治虫成本高,但在害虫产生抗药性较强或缺乏其它更好的防治措施时,还是可以施用菌剂的。湖北等地在红铃虫第一、二代为害嫩叶和花时,喷用苏云金杆菌的效果很好,而对钻蛀在棉铃内的第三代红铃虫则基本无效。有的单位报道,苏云金杆菌防治棉铃虫、粘虫、斜纹夜蛾、小地老虎等夜蛾科害虫有很好的防治作用,而另一些单位则很差,效果好的情况只是在一定条件下,例如施用相当高剂量的菌剂(天门县微生物所用比防治一般敏感害虫高十倍以上即1亿/毫升的“7216”防治棉铃虫)或者大量菌剂和比较高浓度的化学农药混合施用;甚至有时害虫本身是处于不健康状态(受病毒或其它微生物疾病的感染等情况)下,才显示一定的致死作用,所以效果不稳定。

国内外有报道,苏云金杆菌能防治仓库的鳞翅目和鞘翅目等害虫,有进一步加强研究的必要。

近几年来,我国应用苏云金杆菌的以色列变种防治蚊虫的研究取得一定成效,但当前菌剂质量差,残效期很短,成本偏高,尚未扩大应用。

(二) 苏云金杆菌的使用方法

它和一般化学农药一样,可以喷雾、泼浇、灌心叶、浸秧、喷粉、撒粉、撒颗粒剂、撒毒土等,飞机大面积喷撒菌剂的效果也很好。使用时可根据害虫的生活习性、危害特点、作物生长和气候情况以及菌剂剂型和质量等方面选择施菌方法为好。

使用浓度和用量以武汉微生物厂1976年产的青虫菌可湿性粉剂(100亿/克)为例:

防治最敏感的害虫稻苞虫、稻螟蛉、玉米螟(灌心叶)、棉小造桥虫、苧麻蛱蝶、柑桔凤蝶、沙枣尺蠖、栗褐天社蛾、杪梢卷叶蛾、菜粉蝶、刺蛾类等可用水稀释2000倍菌液即每亩需菌剂一两。防治一般敏感害虫稻纵卷叶螟、棉造桥虫、烟青虫、茶毛

虫、小菜蛾、舟型毛虫、舞毒蛾和松毛虫类等可用1000倍（每亩用菌剂二两）。心叶末期的玉米螟和高粱条螟可用200倍的颗粒剂。果树和林木害虫和面积成片的农作物可以飞机喷洒效果较好。林区还可以制成苏云金杆菌粉炮施用。一般施用时，粉剂比液剂杀虫效果较差。

对一般敏感害虫使用菌剂的成本费不高于常用化学农药，为了保护天敌和减少化学农药对环境的污染以及残毒等问题，可以单纯使用菌剂，但对不甚敏感的害虫则可采取菌剂和化学农药混用（必须随配随用，不宜久存），可起增效和兼治其它害虫的作用，还可增加使用面积，降低治虫成本。

苏云金杆菌还能和昆虫病毒或昆虫其它病原微生物混合施用。1976年前后，湖北宜昌使用飞机喷撒青虫菌和白僵菌防治100多万亩的第一、二代松毛虫等森林害虫；湖北荆州地区微生物所用病毒加苏云金杆菌防治棉铃虫，杀虫作用均显著。

（三）使用中应注意的几个问题

1. 苏云金杆菌和其它化学农药一样，并非万能，它防治害虫有一定的选择性，主要是对部分鳞翅目幼虫有较好的效果。从目前情况来看，首先要大力加强苏云金杆菌防治最经济有效的稻苞虫、玉米螟、菜青虫、小菜蛾等粮食、蔬菜和烟、果、茶等害虫的推广和应用。

2. 大面积成片地连续施用苏云金杆菌，可以最大限度地防治害虫，特别是有利于保护天敌，收到控制害虫大发生的作用。湖北黄石市花湖农场在3000多亩菜地上连续施用青虫菌防治十字花科蔬菜上的小菜蛾、菜青虫等害虫，两年后该场仍很少发现上述害虫。而邻近社队则猖獗成灾，形成鲜明的对比。宜昌地区林科所1975—1976年两年飞机喷洒菌剂防治松毛虫后，数万亩松林在3—4年内都很少发现松毛虫。上海西郊公园等单位1972年以来用青虫菌防治刺蛾类，1973年后还用菌加化学农药防治大蓑蛾，近两、三年来这类害虫（特别是刺蛾类）发生更少。今后在这方

面宜加强研究。

3. 为了提高对不太敏感害虫的防治作用，菌和药混用或和其它昆虫病原菌混用是个好办法，这不仅可以起到增效和兼治其它害虫的作用，而且还可大量节约菌和药的用量，降低治虫成本。

4. 苏云金杆菌对敏感害虫的低龄幼虫防治效果良好，但对取食量大的老龄幼虫往往比食量较小的幼虫作用更好，甚至老熟幼虫化蛹前取食菌剂后可使蛹畸形，或在化蛹后死亡。所以当田间虫口密度较小或害虫发育进度不一致，世代重叠或虫龄较小时，可推迟施菌日期，以便减少施菌次数，节约投资。对生活习性较隐蔽而且没有转株危害特点的害虫，必须在蛀孔、卷叶隐蔽前施用菌剂，如稻纵卷叶螟宜抓紧在1—2龄时进行防治，稻苞虫三龄后虽然苞叶较大，但由于食量很大，需不断取食新的水稻叶片，接触菌剂的机会就多，所以老熟幼虫的死亡率比初孵幼虫反而大。

5. 苏云金杆菌在高温条件下更能发挥作用，一般在30℃左右时最好，害虫死亡速度较快。温度合适时，可以适当减少菌剂用量，在20℃以下，害虫死亡速度减慢，效果较差。

近二十余年来我国苏云金杆菌的研究、生产和应用等各方面都有较大进展。但在工业生产和大田应用中的许多问题，例如针对要防治的主要害虫对象，选择更适合的生产菌种，改革提高菌剂质量、剂型和生产工艺，制定产品质量标准，正确选定防治的目标害虫和使用方法，都必须加快步伐，深入地开展研究，把我国苏云金杆菌治虫工作推到新的更高的水平。

应用细菌农药防治粮棉害虫的研究*

河北省农科院植保土肥研究所菌药组

1974年我所由湖北省天门县引进“7216”菌种，通过室内试验，肯定对棉铃虫有较好效果后，于1975—1977年组织全省十个地区40余个科研单位、大专院校或重点生产大队科技组，协作开展了试验示范，面积逐年扩大，1977年达到了25万亩，进一步肯定了“7216”防治棉铃虫的效果，并将防治对象扩大到玉米螟、棉小造桥虫、大豆造桥虫、菜青虫等多种害虫。1979年统计，应用“7216”防治粮棉害虫已推广到46万余亩。同时由1977年起，我们又引进了“HD—1”菌种，由洛阳林业制药厂给我们生产成菌粉，对防治粮棉害虫的效果、残效期、影响条件等进行了系统的研究，到1980年全省应用“HD—1”防治粮棉害虫1.5万亩。

一、试验材料和方法

试验用“7216”菌粉，均为石家庄微生物农药厂、“HD—1”为洛阳林业制药厂当年生产的工业菌粉，活孢子含量100亿/克，示范区群众防治田除部分直接使用工业菌粉外，也有用工业菌粉做为母剂，采取一步扩大法生产的固体发酵产品，少数社队也有自己采用三级培养法生产的产品，孢子含量50—100亿/克，根据

* 参加此项研究中的田间药效试验示范，主要有丰南、正定、藁城、束鹿、高邑、无极、蠡县、馆陶、怀来、遵化等县农业局及部分社队科技组，张家口坝下农研所、省微生物所等单位参加了协作。

实际孢子量折算使用。

(一) 测定对棉铃虫的毒效

室内生物测定的方法是將“7216”、“HD—1”等菌药，用清水配制成每毫升含孢子0.5亿、1亿的稀释液，对棉叶进行叶面喷雾或全叶浸沾。25%滴滴涕乳剂200倍液作为药剂对照处理。实验幼虫均为实验室饲养的2—3龄幼虫；空白对照的叶片，用自来水处理。各组处理于48小时后更换无菌新鲜叶片饲养，逐日观察记录试验结果。

田间防治采用0.5亿/毫升液涮棵或1亿/毫升喷雾，以25%滴滴涕乳剂200倍液为对照，防治前调查基数，第二、三、五天调查虫口减退率，计算防治效果。

(二) 测定对玉米螟的毒效

室内生物测定是将菌药稀释成不同浓度的菌液，用玉米叶浸沾饲喂，用6%可湿性六六六粉剂800倍液做为药剂对照，观察死亡率，计算防治效果。

田间10倍(10亿/克)、20倍(5亿/克)的颗粒剂，用2.5%滴滴涕、0.1%六六六颗粒剂及白僵菌10倍颗粒剂等为对照，在当代末调查蛀茎、蛀孔数，计算防治效果。

(三) 测定对造桥虫的毒效

田间用0.5—1亿/毫升菌量喷雾，或“7216”加细土，比例为1:1或1:2，亩用菌药1—2斤喷粉，用1%六六六粉或25%滴滴涕200倍液做药剂对照，防治后用虫口减退率计算防治效果。

二、试验结果

(一) “7216”防治二代棉铃虫

1. 室内生物测定 用0.5—1亿/毫升浓度的“7216”孢子液防治棉铃虫，表现有较好的致病力。试验后第二天幼虫死亡率达

70—75%，随着时间的延长，致病死亡率越高，到第五天死亡率达80.56—86.11，效果低于滴滴涕液(表1)。

表1 7216对棉铃虫幼虫毒力测定

1975

处 理	供试 虫数	二 天			三 天			五 天		
		死虫 头数	死亡率 (%)	校正死 亡(%)	死虫 头数	死亡率 (%)	校正死 亡(%)	死虫 头数	死亡率 (%)	校正死 亡(%)
“7216”0.5亿/毫升	40	28	70	70	32	80	78.95	33	82.5	80.56
“7216”1亿/毫升	40	30	75	75	34	85	84.21	35	87.5	86.11
200倍滴滴涕	40	37	92.5	92.5	37	92.5	92.11	40	100	100
对照(不防治)	40	0	0	—	2	5	—	4	10	—

2.田间防治示范 自1975—1977年，全省以高邑县为样板，石家庄地区为重点，在全省开展了大面积示范。1976年防治二代棉铃虫7000余亩，1977年为25万亩，到1979年达46万亩。

根据1976年大面积示范表明，平均虫口减退率达78.1—90.5%，喷雾与涮棵效果接近，与滴滴涕药剂效果相似(表2)。

表2 “7216”防治二代棉铃虫田间示范效果*

1976—1977年

处 理	与 基 数 比 减 退 率 (%)					
	1976年			1977年		
	三天	五天	七天	三天	五天	七天
“7216”1亿/毫升喷雾	59.2	69.1	84.7	67.2	77.8	89.3
“7216”0.5亿/毫升涮棵	45.6	64.9	78.1	67.3	87.5	90.5
25%滴滴涕200倍液				71.5	86.1	84.4

* 此表系全省30个地块调查的平均数。

此外，部分单位对第三代棉铃虫也进行了防治，效果与第二

代基本一致，不另叙述。

(二) “HD—1” 防治棉铃虫

1.室内生物测定 1977年在所内进行了“HD—1”对棉铃虫的毒效测定，无论用菌悬液或菌剂，按不同浓度对3—4龄棉铃虫，其致病力都高于同一浓度的“7216”。“HD—1”0.5亿/毫升、1亿/毫升的虫口死亡率分别为83.3%和100%，相当于或超过滴滴涕的效果(表3)。

表3 “HD—1”对棉铃虫毒效测定

1977

处 理	供试 虫数	死 亡 头 数				死亡率(%)	校正死亡(%)
		一天	二天	三天	四天		
“HD-1”1亿/毫升	20	0	12	6	2	100	100
“HD-1”0.5亿/毫升	20	7	7	2	1	85	83.3
“7216”1亿/毫升	20	0	9	4	2	75	72.2
“7216”0.5亿/毫升	20	4	5	3	0	60	55.5
25%滴滴涕乳剂	20	11	7	1	0	95	94.4
对照(不防治)	20	0	1	1	0	10	—

2.田间试验示范 1978年通过在高邑、束鹿、藁城县基点试验示范结果，“HD—1”三天虫口减退72.5—95.2%，平均84.7%，略高于“7216”(平均81.7%)，也高于滴滴涕(79.1%)。五天虫口减退率除一个点因喷雾质量较差效果低，其余效果均在83.9—97.4%，总的平均效果为79.8%，仍较“7216”效果为高(74.4%)，稍低于滴滴涕(84.1%)。从百株残虫来看，“HD—1”的残虫量23.8头，和滴滴涕的23.6头近似，好于“7216”(37.8头)。从喷洒方法上看，涮棵均表现有良好效果，喷雾的较涮棵的效果略低，如喷雾质量较差，则效果更低(表4)。

另外，在束鹿县北贤邱大队五队应用“HD—1”大面积防

表4 “HD—1”防治棉铃虫田间效果*

1978

处 理	基数 (百株虫卵数)			虫口减退率(%)		百株残虫 (头)
	最 少	最 高	平 均	三 天	五 天	
“HD—1”菌	74	380	182	84.7	79.8	23.8
“7216”菌	82	345	164	81.9	74.4	37.8
25%滴滴涕200倍	92	178	126	79.1	84.1	23.6

* 此表系我所在束鹿、藁城、高邑基点五次试验结果汇总数。

治棉铃虫表现同样效果。据1978年调查，一块90亩的防治棉田用0.5亿/毫升涮棵，四天后虫口减退79.4%，八天减退93.5%，一次防治即将残虫压低到百株8头，控制了危害。

(三) “7216”防治玉米螟

1976年我所在永清县基点试验，应用25倍“7216”颗粒剂灌心叶，防治效果相当于0.1%六六六颗粒剂。1977年通过全省进一步试验示范，将浓度提高到10倍、20倍(含活孢子量为1亿、0.5亿/克)颗粒剂，防治效果继续增加。10倍颗粒剂防治第一代玉米螟，蛀孔减退率达82.73%，较六六六颗粒剂的效果显著为高，也高于白僵菌颗粒剂(表5)。

(四) “HD—1”防治玉米螟

1.室内毒效测定 1978年6—9月，先后四次在我所室内进行“HD—1”对玉米螟的药效测定。首先，应用100倍与200倍液试验，五天后100%死亡。其次又用200倍与400倍液试验，结果三天后均100%死亡。然后又用400倍和800倍液防治，两天后又全部死亡。最后用800倍和1000倍液防治，并设6%可湿性六六六粉剂800倍液为对照。两天后“HD—1”死亡率达85%、三天后为90%，由表6中可见“HD—1”的效果与六六六药剂效果近似。

表5 “7216”防治玉米螟的效果*

1977

颗 粒 剂	蛀茎株率 (%)	蛀茎减退率 (%)	百株蛀孔数	蛀孔减退率 (%)
“7216”10倍	11.90	81.90	13.25	82.73
“7216”20倍	15.13	76.98	24.70	67.81
白僵菌 10倍	16.65	74.67	23.15	69.83
0.1%六六六	47.37	27.95	50.27	63.58
对照(不防治)	65.75	—	76.75	—

* 此表系四个基点调查的平均数。

2.田间药效测定 1978年6月由我所提供“HD—1”菌剂,请张家口地区农科所基点组和怀来县新保安公社技术站协助进行了田间药效鉴定。从田间调查结果来看,“HD—1”10倍颗粒剂处理区调查260株玉米中,有虫株64株,被害株率为24.5%,较常用的“7216”菌效果高42.07%,较白僵菌效果高44.57%(表7)。

(五) “7216”防治造桥虫

1977年棉田后期严重发生造桥虫,我们结合进行了防治试验,应用“7216”1亿/毫升喷雾,取得了明显的防治效果。三天虫口减退率平均为90.8%,五天为94.0%。也有每亩用“7216”菌粉2斤加细土4斤喷粉,三天虫口减退95.9%。束鹿县技术站试验,用0.3及0.5亿/毫升喷雾,三天防治效果分别为91%及97.3%(表8)。

(六) “7216”防治菜青虫

苏芸金杆菌类对菜青虫有着特效,早已为人们所熟知,1977年经多点试验,均有显著效果(表9)。

(七) “7216”对天敌的影响

表6 “HD-1”防治玉米螟效果

1978

试验日期	处 理	虫口基数	三 天			五 天		
			活虫数	死虫数	死亡率(%)	活虫数	死虫数	死亡率(%)
6月20日	“HD-1”100倍	40	1	39	96.1	0	40	100
	“HD-1”200倍	40	4	36	84.4	0	40	100
	对照(不防治)	39	25	14	35.9	23	16	41.0
8月20日	“HD-1”200倍	40	0	40	100			
	“HD-1”400倍	40	0	40	100			
	对照(不防治)	40	36	4	10			
9月4日	“HD-1”400倍	40	0	40	100			
	“HD-1”800倍	40	0	40	100			
	6%六六六600倍	40	0	40	100			
9月6日	对照(不防治)	40	31	9	22.5			
	“HD-1”800倍	40	14	26	65.0	7	33	82.5
	“HD-1”1000倍	40	6	34	85.0	4	36	90.0
	6%六六六800倍	40	7	33	82.5	3	37	92.5
	对照(不防治)	40	33	7	17.5	31	9	22.5

备注

1. 9月4日试验一组调查时间为防治后两天。

2. 9月6日试验一组调查时间为防治后两天和三天。

通过全省试验观察,证明“7216”对我省粮棉作物上的主要天敌,如草蛉、瓢虫、赤眼卵蜂、蜘蛛等均未见影响。蠡县技术站于1976年在辛兴大队棉田调查,用“7216”后天敌数量有增无减(表10)。

1978年7月26日上午喷药12小时后降雨28.8毫米;另一试验,7月27日下午喷药一次,6小时后降雨18.8毫米。雨后两天

表7 “HD-1” 防治玉米螟田间效果

1978

处理日期	调查日期	处 理	调查株数	被害株数	被害株率 (%)	较白僵菌 效果增%
6月26日	7月14日	“HD-1” 10倍	260	64	24.5	44.57
6月26日	7月14日	“7216” 10倍	302	128	42.3	4.3
6月26日	7月14日	白僵菌 10倍	184	82	44.2	—

表8 “7216” 防治棉小造桥虫效果

1977

项 目		喷 雾 0.3亿/毫升	喷 雾 0.5亿/毫升	喷 雾 1 亿/毫升	“7216” 2 斤加土 4 斤	1% 六六六	25%滴 滴涕乳剂 200倍	对照 (不防 治)
虫口 减退 率%	三天	91.0	97.3	90.8	95.9	92.5	82.5	34
	五天	—	—	94.0	—	—	93.7	23.4

• 此表系6个地块平均数。

表9 “7216” 防治菜青虫效果

1977

处 理	“7216” 0.2亿/毫升	“7216” 0.3亿/毫升	“7216” 1亿/毫升	“7216” 加土1:6 喷 粉	25%滴滴涕 剂200倍	对照(不 防治)
天 数						
二天	77.0	42.5	100	100	75.2	0
三天	97.2	93.5	—	—	78.2	0

注：1.表中数字均为与防治前比较虫口减退率。

2.表中均10个地块平均数。

表10 “7216”对天敌的影响

1975

处 理	防治前基数				防治后一天				防治后五天				防治后十天				防治后十五天			
	草	瓢	蜘蛛		草	瓢	蜘蛛	增减(%)	草	瓢	蜘蛛	增减(%)	草	瓢	蜘蛛	增减(%)	草	瓢	蜘蛛	增减(%)
“7216” 1亿/毫升	14	12	3		12	11	3	-10.3	31	18	6	89.6	101	20	8	344.8	128	23	8	418.3
	15	11	5		14	11	5	-3.3	32	17	7	80.6	108	19	8	335.4	116	24	8	377.4
0.5亿/毫升	19	12	3		6	2	0	-76.4	0	0	0	-100	12	0	0	-64.7	13	2	0	-55.8
	17	13	4		21	12	4	+8.8	42	15	4	79.4	142	25	10	420.5	153	30	10	467.6
25%滴滴涕 200倍																				
对 照 (不防治)																				

调查棉铃虫死亡率分别为3.3%或3.4%，而未遇雨的对照“HD—1”，死亡100%。说明喷药后遇雨则失去防治作用，仍需重喷（表11）。

表11 降雨对“HD—1”菌药的影响

1978年7月

处 理	降雨量 (毫米)	喷药后遇雨时间	虫口基数	两 天 后 效 果		
				活虫数	死虫数	死亡率 (%)
雨后接虫	28.8	喷后12小时	90	87	3	3.3
雨后接虫	18.8	喷后6小时	60	58	2	3.4
无雨喷药	—	—	90	0	90	100
对照(不防治)	—	—	90	75	15	16.6

三、讨 论

(一)通过七年来我们的实践，认为应用苏芸金杆菌(*Bacillus thuringiensis*)的“7216”、“HD—1”是我省防治棉铃虫、玉米螟、造桥虫、菜青虫等农作物害虫的有效菌剂。近年单纯使用化学农药，出现残毒污染，害虫产生抗性，农田防治成本逐年增加等问题，采取应用“7216”或“HD—1”进行微生物防治，是贯彻“预防为主，综合治理”中的一项重要措施。它具有效果好，成本低，原料易得，保护天敌，土法可以生产等特点。应根据各地害虫发生情况，因地制宜地采取不同的微生物菌剂进行防治。

(二)经我省各地试验示范，在二代棉铃虫的一般发生年，应用“7216”或“HD—1”0.5亿/毫升液喷淋或1亿/毫升液喷雾，对棉铃虫有良好的防治效果。用这两个菌的10—20倍颗粒剂(含孢子5—10亿/克)，防治玉米螟，效果也很好。此外，对造桥

虫、菜青虫效果更显著，已早为各地所证实。

此菌较我省过去常用的白僵菌生产所需时间短，易于繁殖。白僵菌土法生产过程，操作人员易引起过敏反应，出现低烧、吐黄痰等症状，而细菌农药尚未发现有不良影响。但由于“7216”是细菌农药，土法生产过程肉眼不易鉴别质量。因此，对产品质量必须严格要求，才能保证达到预期的效果。

(三)“7216”、“HD—1”菌药虽可杀多种粮棉害虫，但也有一定的杀虫范围。对我省农作物害虫的主要天敌，如瓢虫、草蛉、赤眼蜂、蜘蛛等未发现明显的影响，这是生物防治的有利条件之一。充分保护天敌，不仅增加目标害虫的防治效果，而且对稳定生态系统中生物间的平衡起着重要作用。

(四)通过试验证明，一般应用“HD—1”或“7216”防治棉铃虫，应掌握在卵高峰出现后即突击防治。另外，二代棉铃虫发生期，正是棉花迅速生长的时期，如喷药后时间较长，嫩芽上新生枝条迅速增长，上面已无菌药，因此，喷药后如虫情仍重，卵量高，应进行第二次防治。菌药喷洒后如短期遇雨，则应在雨后重新补喷菌药。

(五)几年来，在推广应用菌药过程中，也调查总结了土法生产的经验，特别是应用工业产品进行一步扩大法繁殖，操作简便，不易污染。一般用100亿/克含量的工业菌粉，按1:50—100的比例，灭菌后抢温接种，定温培养，可获得含菌量较高的产品。此法成本低，易于推广，受到群众欢迎。但需注意，必须保证原菌粉的质量，特别是含菌量要高，无噬菌体，原料要彻底灭菌，才能保证繁殖的菌剂质量。

利用昆虫病毒防治害虫

武汉大学病毒学系 梁东瑞

利用昆虫病毒防治害虫是在本世纪四十年代开始的, Balch 和 Bird (1944) 等人最先用核型多角体病毒控制了欧洲云杉叶蜂 (*Dioriou hercyniae* H.) 对北美东北部云杉森林的危害。从此, 世界各国利用病毒治虫的试验蓬勃兴起。近二十年来, 已生产了50多种病毒制剂用于大面积防治试验, 有棉铃虫 (*Heliothis zea*)、松叶蜂、粉纹夜蛾、赤松毛虫、夜蛾 (*Prodenia*)、粘虫 (*Spodoptera*) 等6种以上病毒杀虫剂已工业化生产, 进入商品农药阶段, 成为通常化的防治手段。

我国昆虫病毒的研究和利用, 开始于五十年代曹诒荪、高尚荫等以研究家蚕脓病病毒为发端。在家蚕血液型脓病分离出核型多角体病毒之后, 在国际上首次分离鉴定了家蚕空头性软化病的病源为非包涵体病毒 (FV), 并且应用家蚕的组织培养复制出核多角体病毒, 为我国昆虫病毒的研究及应用奠定了基础。自七十年代, 戴冠群 (1973)、黄冠辉、丁翠 (1975)、朱国凯等 (1975) 发现斜纹夜蛾 (*Spodoptera litura* F.) 和桑毛虫 (*Euproctis similis* F.) NPV, 并成功地进行了大田试验以来, 我国利用病毒治虫的研究, 十分活跃, 发展迅速。1975年在湖北、江苏、上海等地几乎同时发现棉铃虫 (*Heliothis armiger* H.) NPV, 进行了大规模的田间试验。在广东、山东等地分离出马尾松毛虫和赤松毛虫 CPV。在武汉和广州从常年危害蔬菜的小菜蛾 (*Plutella xylostella* L.) 和菜粉蝶 (*Pieris rapae* L.) 中分离出 GV。至目前为止, 各地已从农、林、桑、茶、果、蔬

等作物害虫中分离了近80种病毒。其中26种已进行较大规模的大田防治试验。防治面积约20万亩。特别是菜粉蝶(W1—78)病毒杀虫剂,已开始在各大小城市郊区应用,防治效果达80%以上。对人、家畜、实验动物、水生生物、经济昆虫、害虫天敌等安全。此外,尚有棉铃虫、大尺蠖、斜纹夜蛾、扁刺蛾、小菜蛾、黄地老虎、白杨天社蛾、大蓑蛾等病毒制剂正进行试制,并对机械化生产棉铃虫病毒的若干问题进行了研究。总之,病毒生物防治前景灿烂,大有希望。

一、我国的昆虫病毒资源

据国外报道,能感染昆虫及螨类的病原病毒已达849余种,分属于九个昆虫的目,目前还不断地有新发现。我国疆土辽阔,病毒资源极为丰富。据目前不完全统计,各地已从各种昆虫中分离了近80种病毒。绝大部分属于杆状病毒科。按照1975年国际病毒命名和分类系统,分属4个病毒科,寄生在70种昆虫宿主中(表1),绝大多数是鳞翅目。其中,马尾松毛虫CPV、大尺蠖NPV、杨树天社蛾GV、彩节天社蛾NPV、中华绿刺蛾GV、柳枯叶蛾NPV、稻纵卷叶螟GV、菜粉蝶非封闭型细小病毒PV、丽绿刺蛾GV、杨尺蠖NPV、德昌松毛虫NPV、茶毛虫CPV核品系EP-CPV-N等13种害虫病毒,是我国首先报道的。尽管如此,所发现的病毒资源与国际上的种类相比较,还是为数不多的。

二、病毒杀虫剂的研制和鉴定

根据柯克定律(Koch's Postulates)确定害虫病毒病原体是病毒杀虫剂的重要一环。早期的病毒生防是人们将感病死虫的捣碎液直接喷洒于大田,虽也获得一定效果,但由于缺乏严格的科学性,稳定性甚差。病毒杀虫剂作为通常化的防治手段,必须

表1 我国发现的昆虫病毒资源

杆状病毒科 杆状病毒属A组 核型多角体病毒(NPV)

宿 主 名 称	发现时间与分布
粘 虫(<i>Leucania separata</i>)	1962, 广东、北京、湖北、安徽
甜菜夜蛾(<i>Laphygma exigua</i>)	1963, 北京
甘蓝夜蛾(<i>Barathra brassicae</i>)	1964, 北京、山东、四川
小地老虎(<i>Agrotis ypsilon</i>)	1964, 河北、北京、山东
中国绿刺蛾(<i>Parasa sinica</i>)	1964, 北京、湖北
扁刺蛾(<i>Thosea sinensis</i>)	1964, 京、皖、鲁、沪、赣、冀、浙
黄刺蛾(<i>Cnidocampa flavescens</i>)	1970, 北京、江西
斜纹夜蛾(<i>Prodenia litura</i>)	1972, 广东、湖北
大蓑蛾(<i>Cryptothoelela vaiegat</i>)	1972, 沪、湘、鄂、豫、赣、浙、粤、桂、苏、滇、鲁
杨毒蛾(<i>Leucoma salicis</i>)	1972, 北京、新疆
菜黄枯叶蛾(<i>Trabala vishnou</i>)	1972, 陕西
葡萄天蛾(<i>Ampelophga rubiginosa</i>)	1973, 北京
棉铃虫(<i>Heliothis armigera</i>)	1973, 北京
桑 蛭(<i>Rondatia menciara</i>)	1973, 江苏
桑毛虫(<i>Euproctis similis</i>)	1973, 上海、浙江
桑野蚕(<i>Theophila mandarina</i>)	1973, 江苏
木撩尺蠖(<i>Culcula panterinaria</i>)	1973, 北京、山东
马尾松毛虫(<i>Dendrolimus punctatus</i>)	1974, 广东
舟蛾科之一种(<i>Notodontidae spp.</i>)	1974, 西藏、泽当
褐刺蛾(<i>Thosea baibarana</i>)	1974, 广东
茶毒蛾(<i>Euproctis pseudoconsersa</i>)	1975, 贵州、福建、广西、湖北
尺 蠖(<i>Acidalia carticcaria</i>)	1975, 广西
柳枯叶蛾(<i>Bhima undulosa</i>)	1975, 云南

(续)

宿 主 名 称	发现时间与分布
天幕毛虫(<i>Malacosoma neustria teslacea</i>)	1975, 北京、辽宁、黑龙江
苹毒蛾(<i>Dasychira pudibunda</i>)	1976, 辽宁
木毒蛾(<i>Lymantria xylinea</i>)	1976, 福建
古毒蛾(<i>Orgyia antiqua</i>)	1977, 陕西
柳毒蛾(<i>Leucoma candida</i>)	1977, 北京、湖北
大尺蠖(<i>Buzura suppressaria</i>)	1977, 湖南、湖北、贵州
白毒蛾(<i>Arctornis alba</i>)	1977, 贵州
蔚茸毒蛾(<i>Dasychira glaucinoptera</i>)	1977, 贵州
冷杉毒蛾(<i>Dasychira abietis</i>)	1977, 贵州
彩节天社蛾(<i>Phalera assimilis</i>)	1977, 湖北
银尺蠖(<i>Seopula subkuntaria</i>)	1977, 贵州
云尺蠖(<i>Buzura thibetaria</i>)	1977, 贵州
折带黄毒蛾(<i>Euproctis flava</i>)	1977, 辽宁、北京
舞午毒(<i>Ocneria dispar</i>)	1977, 辽宁、北京
刺毛虫(<i>Eucleidae cometock</i>)	1978, 湖南
棉小造桥虫(<i>Anomis flava</i>)	1978, 湖北
粉纹夜蛾(<i>Plusia ni</i>)	1978, 湖北
德昌松毛虫(<i>Dendrolimus punctatus tehchangensis</i>)	1978, 云南
黄斑波纹杂毛虫(<i>Cyclophragma undans fasciatella</i>)	1979, 山西
银纹夜蛾(<i>Plusia agnata</i>)	1980, 山东、四川
乌柏毒蛾(<i>Euproctis bipunctapex</i>)	1980, 湖北
油茶毛虫(<i>Lebeda nobilis</i>)	1980, 湖南
杨尺蠖(<i>Apocheira cinerarius</i>)	1980, 河北

(续)

宿 主 名 称	发现时间与分布
茶毒蛾的一种(<i>Cifuna</i> spp.)	1980, 湖北
美国白蛾(<i>Hyphantria cunea</i>)	1980, 辽宁
旋幽夜蛾(<i>Scotoyramma trisolii</i>)	1980, 内蒙古
家蚕(<i>Bombyx mori</i>)	1955, 江苏、广东等
柞蚕(<i>Antheraea pernyi</i>)	1959, 辽宁、河南、河北
蓖麻蚕(<i>Philosamia cynthia ricina</i>)	1963, 江苏、广东、广西

杆状病毒科 杆状病毒属 B亚组 颗粒体病毒(GV)

白杨天社蛾(<i>Melalopha anachoreta</i>)	1962, 北京、湖北
中国绿刺蛾(<i>Parasa sinica</i>)	1964, 北京
斜纹夜蛾(<i>Prodenia litura</i>)	1964, 北京
黄地老虎(<i>Agrotis segetum</i>)	1964, 北京、新疆
褐边刺蛾(<i>Parasa consocia</i>)	1976, 山东
茶小卷叶蛾(<i>Adoxophyes privitana</i>)	1977, 贵州、湖北
菜粉蝶(<i>Pieris rapae</i>)	1977, 粤、京、鄂、沪、川、辽、鲁
小菜蛾(<i>Platella xylostella</i>)	1978, 鄂、闽、鲁、沪、黑
红缘灯蛾(<i>Amsacta lactinea</i>)	1979, 广东
稻纵卷叶螟(<i>Cnaphalocrocis medinalis</i>)	1980, 广东、湖北、山东
丽绿刺蛾(<i>Parasa lepida</i>)	1980, 广东
大菜粉蝶(<i>Pieris brassicae</i>)	1980, 新疆
褐带长卷叶蛾(<i>Homona coffearia</i>)	1980, 四川

(续)

呼肠孤病毒科 质型多角体病毒类群 (CPV)

宿 主 名 称	发现时间与分布
黄地老虎 (<i>Agrotis segetum</i>)	1974, 北京
小地老虎 (<i>Agrotis ypsilon</i>)	1975, 北京
棉铃虫 (<i>Heliothis armigera</i>)	1975, 上海
马尾松毛虫 (<i>Dendrolimus punctatus</i>)	1976, 广东、广西
赤松毛虫 (<i>Dendrolimus spectabilis</i>)	1976, 山东、江苏
油松毛虫 (<i>Dendrolimus tabulaeformis</i>)	1977, 辽宁
茶毛虫 (<i>Euproctis pseudocompersa</i>) EP-CPV-N	1978, 湖北
红铃虫 (<i>Pectinophora gossypiella</i>)	1979, 湖北
家蚕 (<i>Bombyx mori</i>)	1957, 江苏、广东

细小病毒科 非封闭型细小病毒 (PV或FV)

菜粉蝶 (<i>Pieris rapae</i>)	1979, 湖北
小菜蛾 (<i>Plutella xylostella</i>)	1980, 湖北
铁刀木粉蝶 (<i>Catopsilia pomona</i>)	1980, 广东
家蚕 (<i>Bombyx mori</i>) FV	1963, 江苏

昆虫痘病毒科 (IPV)	
新疆西北利亚蝗 (<i>Gomphocerus sibiricus</i>)	1980, 新疆
新疆西北利亚蝗 (<i>turkestanicus</i>)	

细小核糖核酸病毒科 肠道病毒属 (EV)

中华蜜蜂 (<i>Apis cerana</i>)	1975, 江西
-----------------------------	----------

对病毒本身进行一系列的诊断鉴定。

(一) 病毒的分离、纯化

我国许多研究单位对多角体病毒、颗粒体病毒和细小病毒已建立一整套分离纯化技术。按照不同试验的要求和用途，大都采用下面几种方法。

1. 低速差异离心法 所获得的粗提病毒，多用于病毒杀虫剂和进一步提纯材料。

2. 蔗糖梯度低速分离法 将粗提病毒置不同浓度的蔗糖梯度溶液中，经低速离心，获得较为纯净的病毒，除用于形态鉴定外，亦作为抗原用于注射动物，制备抗血清和进一步提纯材料。

3. 超速蔗糖梯度分离法 将较为纯净的病毒再置于蔗糖密度梯度溶液中，经20000rpm/分以上超速离心一定时间，所获高度纯化的病毒，多为提取包涵体蛋白、病毒粒子、核酸以及计数等材料。

近年，巫爱珍等（1979）采用分子筛凝胶层析法，代替常用的密度梯度超离心法，既简便，又适用于大量制备，是种纯化病毒的新途径。

4. 丙酮—乳糖共沉法 刘年翠、梁东瑞等（1980）在菜粉蝶颗粒体病毒(W1-78)杀虫剂的研制中，用此法提取GV，获得较好效果，节省人力、物力和时间。

(二) 病毒形态结构的鉴定

在昆虫病毒性疾病的鉴定中，国内外通常采用某些特异性的染色方法（如什维佐娃法和姬姆萨染色法），来确定和鉴别包涵体病毒的大类（NPV、CPV和GV）。近年来，我国工作者对这些方法亦有改进。

采用组织病理学方法是诊断鉴定病毒对宿主的侵染部位确定病毒的大类上非常有用的基础方法。国内已对粘虫、棉铃虫、菜青虫、杨天社蛾等10多种害虫的组织病理用Bouin Duboscq-Brasil固定液固定，Hamm氏染色法进行鉴定(图61)。确定粘虫NPV对宿主所有组织器官都能侵染。菜粉蝶GV主要侵染宿主的脂肪体、表皮细胞和中肠上皮组织，其它气管基质、马氏管、肌

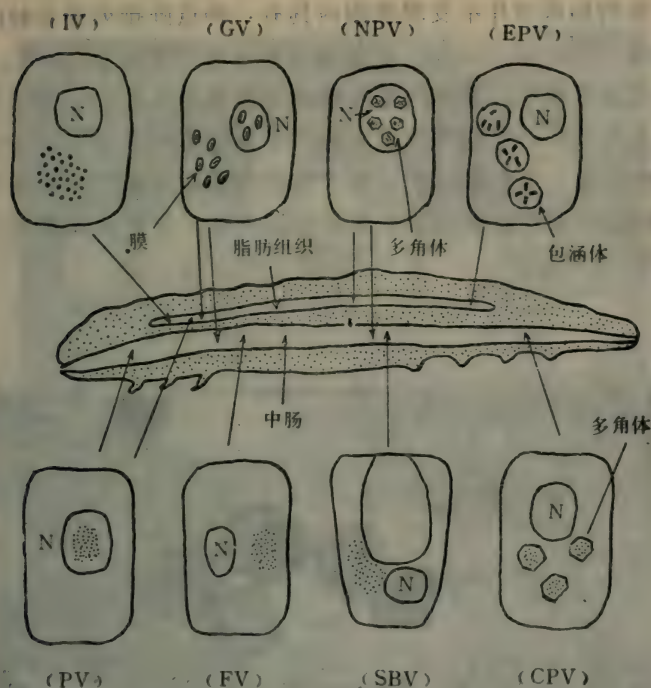


图61 各类昆虫病毒在昆虫体内增殖场所示意图

肉组织亦被侵染。还发现茶毛虫 CPV 在细胞核内形成新品系“EP-CPV-N”。

近几年来，我国广泛利用超薄切片技术、负染技术、投影技术以及扫描电镜对病毒的形态结构和形态发生进行了较为系统的分析鉴定。如对粘虫 NPV 的观察发现，一个病毒束内含有 4—8 个病毒粒子和空膜存在，在病毒束的一端有一个帽状突出物。从斜纹夜蛾 NPV 中发现三种花样的整齐蛋白质晶格，其晶格间距为 200nm，病毒粒子表面约有 13—15 个螺旋结构。从菜粉蝶 GV 中发现了多种畸形颗粒体，在宿主细胞中还发现许多病毒的分枝杆状体。包涵体蛋白可见两种点阵排列的蛋白质晶格，其垂直晶格间距约 50 Å。核衣壳两端具有环状结构，中央呈致密点。并且还

从中肠的超薄切片中发现细胞内具有一种点阵排列的非封闭型细小病毒 (Parvovirus)。值得提出的是我国棉铃虫 NPV, 目前所鉴定的毒株中, 其中两株经超薄切片观察发现, 一为每个病毒束内含有 2—10 个病毒粒子, 称“多粒包埋病毒株”; 一为每个病毒内只含 1 个病毒粒子, 称“单粒包埋病毒株”。两种不同分离株的活性比较试验证明, 前者比后者强, 且前者具有交叉感染的性能(图62—65)。

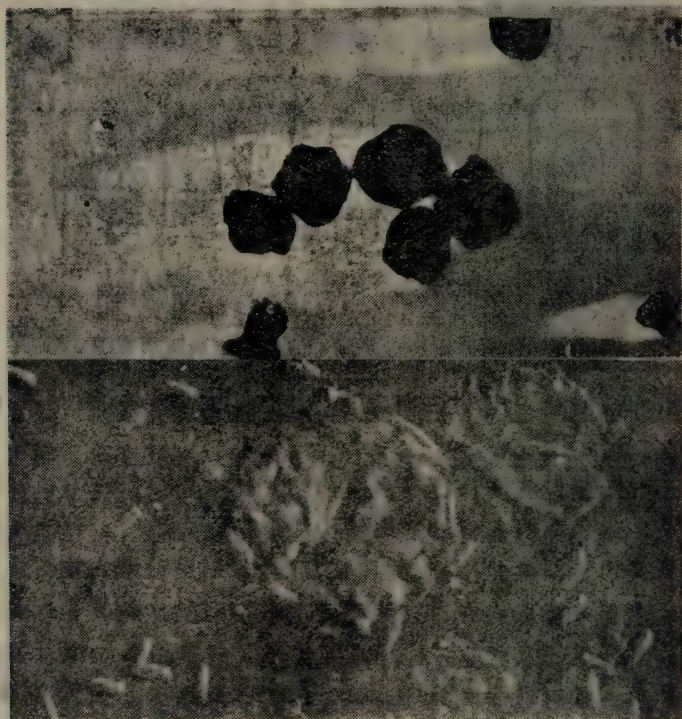


图62 棉小造桥虫 (*Anomis flava*) 核多角体病毒形态

上图: 为包涵体铬投影, $\times 15600$;

下图: 经弱碱溶解, 包涵体内裹着许多病毒粒子, $\times 20000$ 。

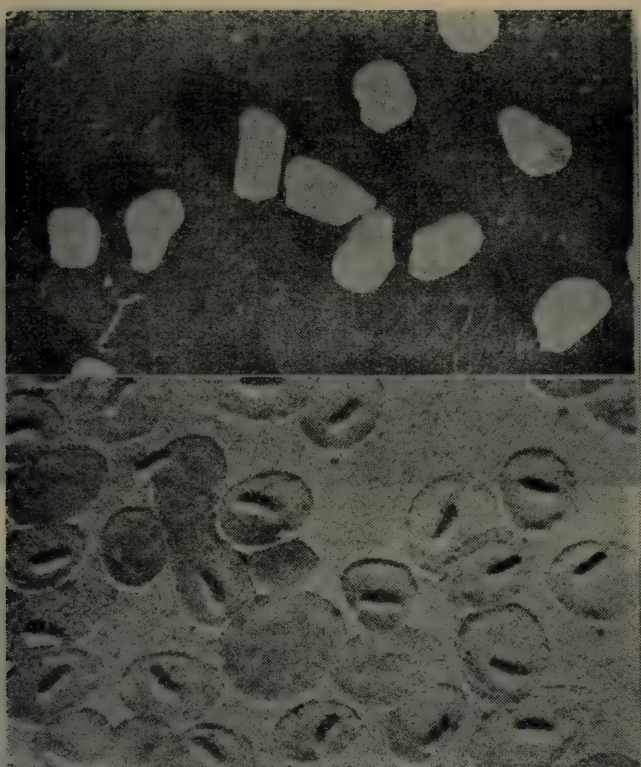


图63 菜粉蝶 (*Pieris rapae*) 颗粒病毒包涵体和病毒粒子形态

上图：为包涵体各种形态，铬投影， $\times 38600$ ；

下图：经弱碱处理半溶解状，显示被膜和病毒粒子， $\times 35900$ 。

对于病毒在宿主细胞内的形态发生和形成已引起注视，并且对核型多角体病毒和颗粒体病毒进行较为系统的观察，绘制了形态发生图(图66—67)。

(三) 病毒制剂的毒力生物测定

病毒的毒力生物测定是鉴定病毒种类或株系对宿主感染力的重要指标，也是为病毒生防提供有效病原体的主要手段。Dulmage 等人 (1977) 提出了昆虫病毒制剂工业化和国际标准化的

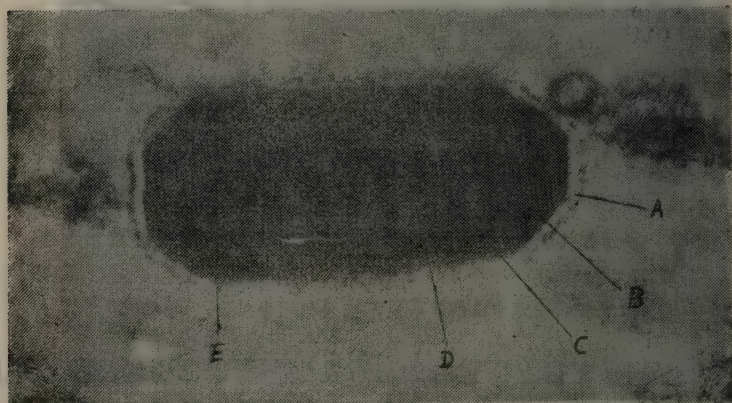
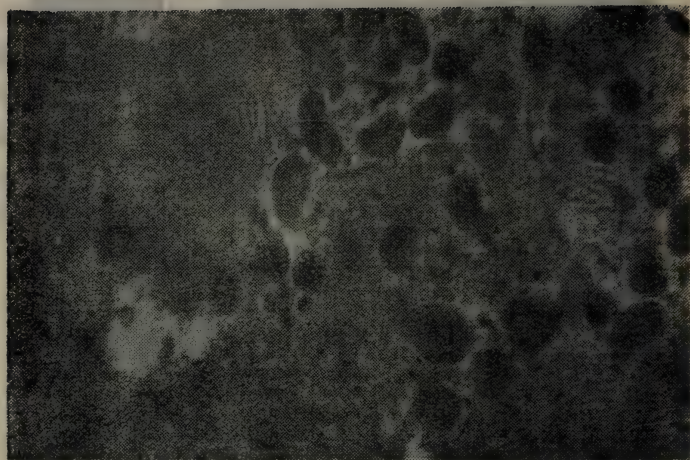


图64

上图：菜粉蝶（*Pieris rapae*）颗粒体病毒示部分形态发生， $\times 17200$ ；

下图：菜粉蝶颗粒体病毒，示一个包涵体的纵切面， $\times 183300$ ；

- A. 颗粒体蛋白被层 B. 颗粒体被膜（Capsule）蛋白质的晶格排列
C. 病毒杆的内外膜 D. 核衣壳 E. 核衣壳两端具环状结构

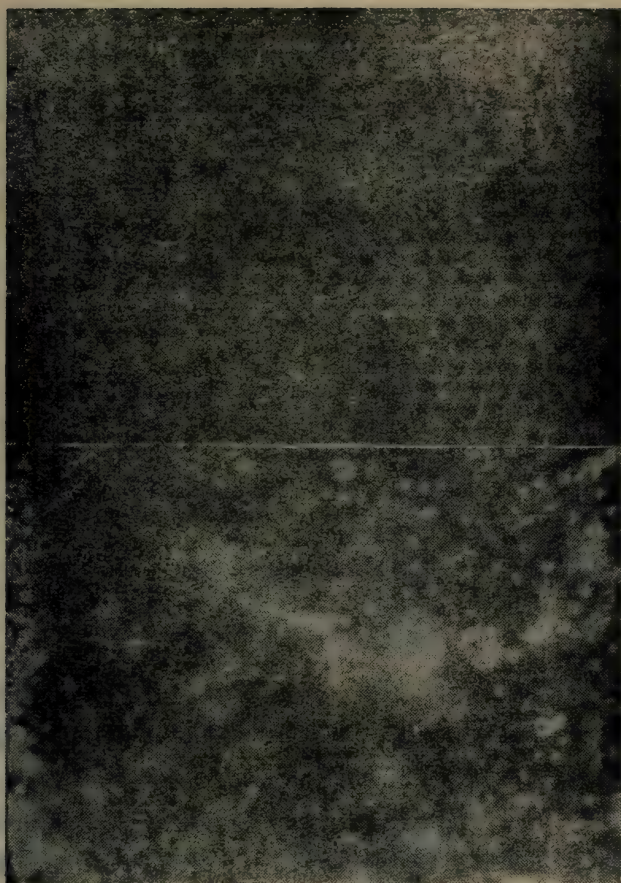


图65 菜粉蝶 (*Pieris rapae*) 一株非封闭型细小病毒

上图：为分离得到的病毒粒子，PTA负染， $\times 92000$ ；

下图：为中肠表皮细胞超薄切片电镜照片，示典型的晶体点阵排列， $\times 176000$ 。

一些基本原则。诸如，标准样品的制备，用生物测定法对病毒进行感染力的测定和对病毒的剂量与死亡率曲线的关系等，订出杀虫剂应含的有效成分的量。按照国际上提出的基本原则，国内对这

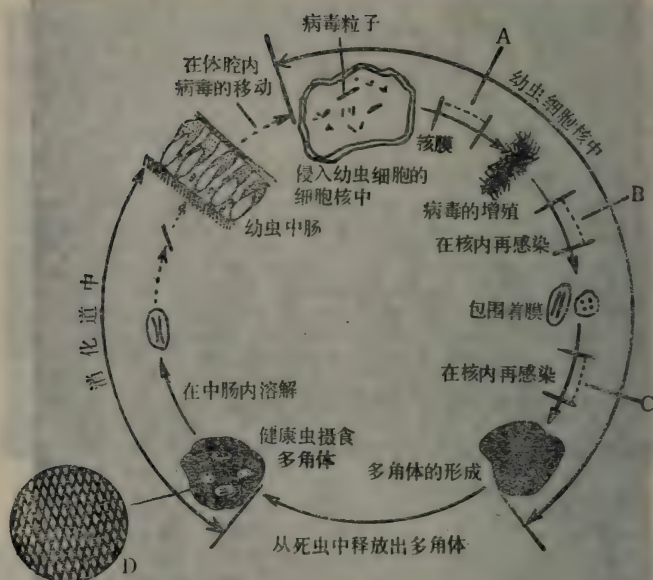


图66 核型多角体病毒增殖的模式图

方面工作已开始进行。蒋正揆、尚汉美等(1978)曾报道有关棉铃虫 NPV 毒力的生物测定。刘年翠、梁东瑞等(1980)报道了菜粉蝶颗粒体病毒制剂及其标准样品毒力的生物测定。

生物测定的可靠性与许多因素的综合效果有关。诸如病毒的同源与纯化、定量和虫龄、体重、幼虫本身的生理活动、季节、温度、湿度、所用器具、消毒灭菌以及操作人员不同等等，都会使结果产生差异。因而采用校正死亡率，求剂量—死亡回归直线方程式，经卡方检验，符合实际后再分别推算出 LD_{50} — LD_{90} 值，标准误差和95%置信界限，作为定病毒的标准样品和制剂的感染力是比较可靠的方法。棉铃虫 NPV 和菜粉蝶 GV 的毒力生测，包括如下环节：

1. 测定样品的制备和定量 用丙酮—乳糖共沉法提取同源的病毒样品，为提供测定的标准样品。用血球计数板计数多角体

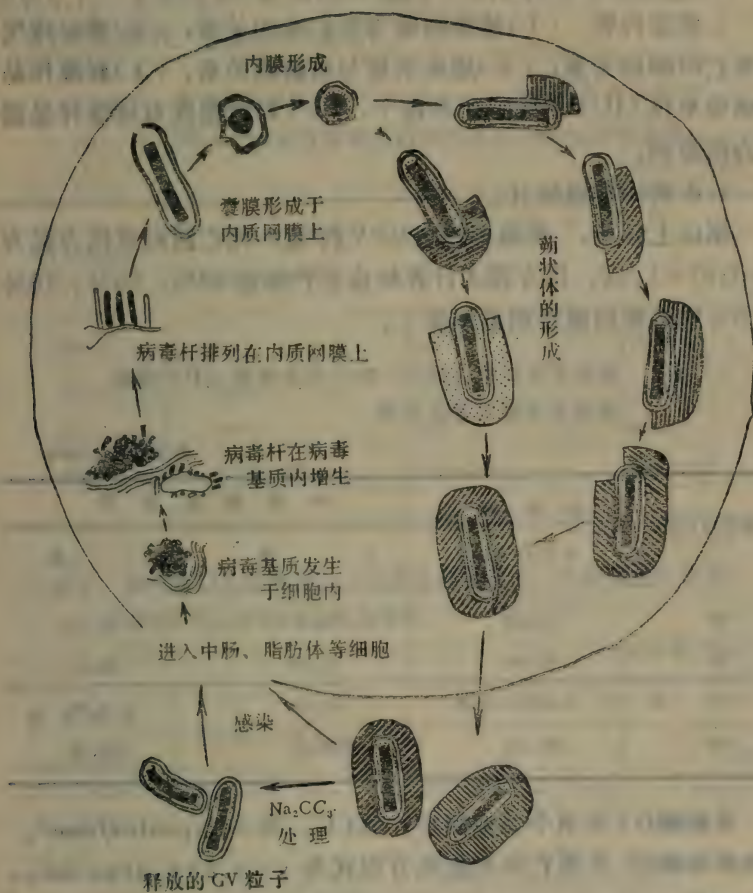


图67 菜粉蝶颗粒体病毒在菜青虫细胞中装配示意简图

数，或用Petroff-Hausser计数器在相差显微镜下测定每毫克标准病毒颗粒体 (Capsules) 个数。试虫感染剂量的三种计量单位：(1) 每头试虫吞食病毒的绝对量；(2) 每毫克虫重对病毒的感受量；(3) 试虫在单位面积上感受病毒的浓度。

2. 定标准 定对象虫种，定虫龄，定体重，定组合，定感染

条件，定起止时间，定病虫死亡标准。

3.测定内容 (1)感染剂量与死亡率的关系；(2)感染浓度与死亡时间的关系；(3)感染剂量与虫龄的关系；(4)标准样品的感染单位(IU)(或国际单位)；(5)贮藏温度对标准样品感染力的影响。

4.正确的数理统计。

据以上环节，测得棉铃虫NPV剂量—死亡回归直线方程为 $y = 4.07 + 1.5x$ 。据方程式计算幼虫死亡率达30%、50%、70%和90%所必须的感染剂量如表2。

表2 棉铃虫死亡率达到30—90%所必须的NPV感染剂量及其95%置信界限

蒋正揆等，1973

死亡率(%)	感 染 剂 量 (PIB/幼虫)	95 % 置 信 界 限	
		上 限	下 限
30	18.48	13.6	20.16
50	40.91	31.32	53.43
70	90.53	60.53	131.10
90	205.10	151.81	535.30

菜粉蝶GV对单个幼虫测定，其 LC_{50} 为1 Capsules/mm²。分组群体测定，其死亡回归直线方程式为 $y = 4.2 + 0.41x$ ； LC_{50} 为89.4 Capsules/ml；95%上下置信界限为288—34.5 Capsules/ml(表3)；选定大田浓度为 9.8×10^5 Capsules/ml(即 1×10^{-3} mg/ml)。当浓度为 9.8×10^4 Capsules/ml时，其 LT_{50} 为5.5天，95%置信界限为5.6—5.51天(表4)。以 1×10^{-3} mg/ml对不同虫龄感染，1—2龄最敏感，3龄次之，4龄以上极差。因此，选定大田防治以卵盛期和1—2龄期为最适期。标准样品的稳定性测定，贮藏于-15℃，经8个月测定其 LC_{50} 稳

定在6.72—6.94之间(图68)。贮藏于-15℃、4℃和室温下,90天其LC₅₀和IU无甚差异(表5)。

表3 菜粉蝶GV标准样品致使2—3龄菜青虫死亡率达到30—90%所需要的病毒剂量及其95%置信界限

刘年翠等, 1980

死亡率(%)	感染浓度 (Capsules/ml)	95% 置信界限	
		上 限	下 限
30	4.8	7.4	1.9
50	89.4	228.3	34.5
70	1657	4306	638
90	8.56×10^4	3.07×10^5	4.56×10^4

表4 菜粉蝶GV标准样品不同感染剂量对2—3龄幼虫半致死时间LT₅₀及其95%置信界限

刘年翠等, 1980

病毒浓度 (Capsules/ml)	LT ₅₀ (天)	95% 置信界限	
		上 限	下 限
9.8×10^4	5.5	5.60	5.51
9.8×10^3	6.13	5.95	5.95
9.8×10^2	6.70	5.54	6.54
9.8×10	—	—	—

(四) 病毒的血清学测定

昆虫病毒的血清学方法, 不仅对病毒株系分类鉴定、病毒的亲缘关系的分析、病毒在宿主细胞内的感染、复制的早期诊断是一个重要的手段, 而且对流行病学调查和作为病毒生防与环境保

表5 贮藏温度对菜粉蝶GV标准样品感染力的影响

刘年翠等, 1980

贮藏温度 (℃)	30天		60天		90天	
	LC ₅₀ (mg/ml)	IU/mg	LC ₅₀ (mg/ml)	IU/mg	LC ₅₀ (mg/ml)	IU/mg
-15	6.75	1000	6.75	1000	6.76	1000
4	6.75	1000	6.84	985	6.85	985
室温	6.77	993	6.79	994	6.96	972

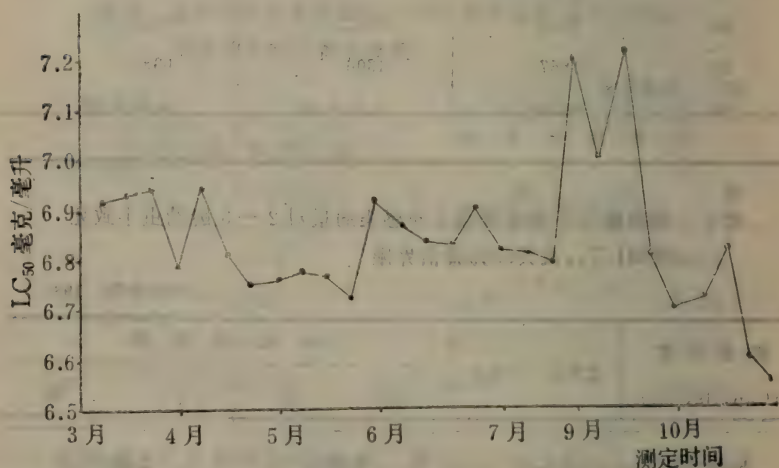


图68 菜粉蝶 (*Pieris rapae*) 颗粒体病毒标准样品稳定性的测定

护的监测技术,都具有十分重要的地位。近年来,我国在病毒生防工作中已广泛地应用菜粉蝶GV、大尺蠖NPV、木毒蛾NPV、棉铃虫NPV、黄地老虎GV和小菜蛾GV等病毒的鉴定,并取得良好效果。

1. 血清型的测定 将菜粉蝶GV和小菜蛾GV分别制备的抗

血清,经过交叉吸收后,以琼脂单扩、双扩和凝集试验发现两种病毒除具有共同抗原成分(a)外,彼此之间还有一个自己所特有的第二抗原成分(b和c)。而将(W1-78)血清型定为GVab;小菜蛾GV的血清型定为GVac。

2.不同分离株系亲缘关系的测定 将病毒形态、毒力基本相同的菜粉蝶GV武汉、宜昌、上海三个分离株,所分别制备的抗血清,通过交叉吸收单向、双向免疫扩散和凝集反应结果,三种不同分离株均不与本身的和第三株的抗原产生沉淀环。三株GV碱降解物与三株抗血清只形成一条沉淀线。表明三种分离株是同一血清型的同一种GV。此结果证明,三株包涵体蛋白的电泳分析中,所得到的只有一条区带,由一种多肽组成的结果一致。

用大蓑蛾NPV抗血清,以上海、济南、青岛、烟台、四川等地大蓑蛾病毒为抗原,对流电泳结果,均形成沉淀带。表明,各株系均有共同亲缘关系。但有的带具有分离现象,可能是自己特有的抗原。

3.不同种类病毒亲缘关系的测定 以菜粉蝶GV(W1-78)抗血清对棉铃虫NPV、棉小造桥虫NPV、粘虫NPV、稻纵卷叶螟GV等9种病毒凝集试验证明,这些病毒在分类学上虽同属杆状病毒,但血清学上却无亲缘关系。

以大尺蠖NPV抗血清,对家蚕NPV、蓖麻蚕、斜纹夜蛾NPV、棉铃虫NPV以及油茶尺蠖NPV、扁刺蛾NPV、松毛虫CPV经对流免疫电泳和凝集检测均无沉淀反应。血清学上无亲缘关系。木毒蛾NPV与舞毒蛾NPV在血清学上则具有亲缘关系。

4.用酶标法(ELISA)早期诊断大田虫群中病毒的感染情况和对环境中的昆虫病毒进行监视 用菜粉蝶GV(W1-78)制备的兔抗GV IgG。以直接法可检测出 2×10^{-7} 克菜粉蝶GV,并且可测出人群和动物血清中有无菜粉蝶GV抗体存在。此法比对流免疫电泳法敏感160—320倍。在大田中应用这个技术进行测定,可在施用病毒制剂后三天,测出病毒感染率。

5. 病毒病流行传播的测定 将菜粉蝶GV(W1—78)抗血清,与未施用病毒的地段自然流行患病的菜青虫体分离的GV为抗原,凝集试验表明具有共同亲缘关系。可能是施用病毒区病毒流行传播的结果。

以大蓑蛾NPV抗血清对未施病毒区的大蓑蛾虫体及敏感组织,对流电泳测定为阴性;而施病毒区未显病征的虫体则为阳性反应。

以木毒蛾NPV抗血清对木毒蛾感病幼虫各组织、器官的提取物凝集反应表明,前肠、中肠最明显,精巢、丝腺无反应,卵巢、神经节、体壁、后肠等有不同程度反应。对室内感染一羽化一产卵的卵块和林间卵块,经凝集反应表明,室内卵块带毒率90%以上,林间卵块仅12.8%。对介体昆虫的体表洗涤物产生凝集反应。体内提取物无反应。

6. 包涵体各组成部分的血清学特性测定 用大尺蠖多角体蛋白和病毒粒子分别制备的抗血清,经对流电泳和琼脂凝胶免疫电泳测定,前者效价为1:100,后者为1:2000,呈现1条沉淀弧。用不连续对流电泳和免疫扩散法检查多角体蛋白与抗病毒粒子的抗血清之间无相互作用,而抗多角体蛋白抗血清与病毒粒子之间却出现明显的沉淀带。

用黄地老虎GV分别制备的整体蛋白、外膜蛋白、内膜蛋白和病毒粒子抗血清,获得前二者血清效价为1024,后二者为512。

1%琼脂糖免疫扩散法表明,前二者有共同多肽,以外膜蛋白量最大。后二者亦具共同多肽而病毒粒子有1个内膜蛋白所没有的分子量最小的多肽。

(五) 理化因子对病毒感染力的测定

测定各种因子对病毒感染力的影响是病毒杀虫剂制备中不可缺少的环节。我国工作者开展了一些工作。

1. 物理因子对病毒制剂的影响 对光稳定性的测定:增加辅助剂后的棉铃虫病毒杀虫剂,在自然阳光下曝晒40小时,原活性

残留率为31—78%。而单一病毒液曝晒8小时，活性几乎全部丧失。马尾松毛虫CPV，直接喷洒林间，经阳光照射26个日照时数，病毒感染力无显著影响，但达到30.8个时数时，活性几乎丧失。菜粉蝶GV，在30瓦紫外灯距离40厘米照射15—240分钟，感染力为81.6和18.3%。病毒杀虫剂喷洒大田，经阳光照射3天半，其感染力尚达71.1%。将病毒液分别贮藏于暗处和光亮处，经半年其感染力前者无明显丧失，后者下降19—24.7%。但贮藏于光亮处的样品中加某些辅助剂，仅下降13.9—15.8%。

对温度的适应性：温度对病毒的感染力和对感染幼虫的潜伏期有密切关系。菜粉蝶GV感染宿主以21.5—28.1℃为最适宜，在7—10天内死亡率为83.3—96.5%。当温度13—20℃时，死亡率为88.6—92.5%，但潜伏期达15—32天。当温度上升至33.6—36.5℃时，幼虫对GV则产生明显的抑制作用。

菜粉蝶GV经56—60℃处理1小时，其感染力无明显变化；65℃处理1小时和5小时，则下降至51%和25%；70—75℃处理10—15分钟，GV基本钝化。但经4℃、-7℃、-15℃低温贮藏2—10个月，以及-15℃结冻和25℃解冻重复十次，感染力无明显变化。

粘虫NPV感染宿主的最适温度为25—35℃，死亡率80%，当温度下降至5—10℃时，死亡率仅为2—10%。将NPV贮藏于0℃230天，感染力为67.5%，4℃贮藏80天为80%，60℃灭活10分钟感染力尚达59%，100℃灭活10分钟，完全丧失活性。

棉铃虫NPV感染宿主的最适温度为30℃。36℃杀虫效果较差，40℃以上则抑制NPV的复制。马尾松毛虫CPV经39—55℃处理5—30小时，其感染力无明显差异。

2. 化学因子对病毒制剂的影响 酸或碱都具有溶解包涵体的特性，使病毒活性丧失。甘运凯等(1979)用乙醇、甲醛、乙醚、氯仿、氢氧化钠等15种化学药剂对大尺蠖NPV的溶解证明，除氢氧化钠(P^{H}_{12})能溶解外，其余14种均无作用。粘虫NPV

用甲醛、纯酒精、二甲苯、1 N HCl、0.25%胰蛋白酶作用1小时，煮沸，多角体均不溶解，但0.1M Na_2CO_3 则能使NPV溶解。菜粉蝶GV和白杨天社蛾GV，经丙酮、硫酸铜、乙醚、甲醛、氯仿等8种化学药剂外理GV，除甲醛使感染力丧失70%外，其余对GV无害。而硫酸铜与病毒混合感染幼虫，具有增效作用。

(六) 病毒宿主范围的测定

病毒杀虫剂的特点之一，是宿主范围较窄，作用特异性较强，是种良好的选择性杀虫剂。但不足之处，就是一种病毒杀虫剂不能同时防治多种害虫。因此寻找广谱宿主范围的病毒制剂，具有重要的实践意义。

六十年代中期，我国昆虫病理学工作者曾用粘虫NPV对烟夜蛾等四种害虫进行感染，发现烟夜蛾幼虫被NPV致病死亡仅达20—25%。接着又用6种同属杆状病毒的NPV和GV分别感染粘虫，但均不被感染。这一试验引起广大科技工作者的兴趣。至七十年代后期，至少有15种病毒进行了宿主范围的测定。但至今成效甚少，仅停留于探索阶段。较为成功的报道是棉铃虫NPV（多粒包埋株）感染烟青虫（*H. assulta*），使幼虫死亡率达95%以上。从烟青虫病死虫中提取的NPV回感棉铃虫亦获同样结果。也有用棉铃虫NPV成功感染粘虫，通过粘虫群养生产棉铃虫NPV的试验。虽然对交叉感染的机理缺乏研究，对毒力的稳定性及其与环保关系尚属问题。但在病毒生防实践中具有一定意义。此外，油松毛虫CPV对赤松毛虫和落叶松毛虫也有一定感染性。

在菜粉蝶GV的宿主范围测定中，对29种昆虫采用添食、注射、穿刺、浸沾等方法进行感染，又用3种GV，7种NPV和1种CPV作为异源病毒对菜青虫感染，结果发现，以菜粉蝶GV所感小菜蛾分离出来的病毒（GV），具形态大小看来不象菜粉蝶GV，而似小菜蛾原有的GV类型。以小菜蛾GV感染菜青虫所获

得的病毒类型,以形态大小看来亦不象所感染用的小菜蛾GV,而似菜粉蝶原有的GV类型。是否由于异源病毒的诱发感染或潜伏性病毒的表现,尚不清楚。但将这两种病毒混合同时防治两种害虫,其效果则比单独使用要好。

(七) 病毒制剂的安全性测定

病毒作为害虫防治的一种手段日益广泛的利用,在自然环境中将会大量散布高浓度的病毒制剂,人们在研究和生产病毒制剂的过程中又长期地接触病毒,病毒制剂对人畜是否安全就成为一十十分重要的问题。在我国,七十年代以来开始引起注视,曾对十种害虫病毒做过一些零星的试验。近两年发展较快。在菜粉蝶GV和我国其他害虫病毒的安全试验方面取得了一些进展。

1. 对脊椎动物的影响 菜粉蝶GV试用的动物种类有14种,其中哺乳动物5种,禽类2种,鸟类2种,蛙类1种,水生动物4种。通过口服、喷喉、滴眼、皮试、肌肉和静脉注射,经45—100天对体温、体重、生育和后代的观察,剖检并取心、肝、肺、肾脾、肠、胰、脑和淋巴等样品匀浆、石蜡切片和超薄切片、电镜观察,未见致病性。

白杨天社蛾GV、小菜蛾GV和粘虫NPV对10种动物进行接种,经组织病理检查,未见致病性。

此外,松毛虫CPV、扁刺蛾NPV、黄地老虎GV、大尺蠖NPV、大蓑蛾NPV、棉小造桥虫NPV等,对家兔、小白鼠、豚鼠、家鱼等进行口服、皮下、肌肉、腹腔注射以及斜纹夜蛾NPV对鸡胚接种,均未发现致病性。

2. 对有益昆虫的影响 家蚕:采用菜粉蝶GV、桑毛虫NPV、大尺蠖NPV、扁刺蛾NPV、棉铃虫NPV、大蓑蛾NPV、木毒蛾NPV等11种病毒感染家蚕,没有致病性。但马尾松虫和赤松毛虫CPV分别感染家蚕,能引起家蚕发病。

蓖麻蚕:采用菜粉蝶GV等2种GV、2种CPV感染蓖麻蚕,未发现致病性。

柞蚕：用油松毛虫CPV、舞毒蛾NPV感染柞蚕，未见致病性。

3.对害虫天敌的影响 菜粉蝶GV和棉铃虫NPV对赤眼蜂、线虫、绒茧蜂、黑卵蜂、草蛉、蜘蛛、瓢虫无敏感性。田间喷施病毒制剂9天，虫口增长16—28%。大蓑蛾NPV对伞裙追寄蝇寄生率无影响。木毒蛾NPV对蜘蛛、七星瓢虫、益蝽、蝇等无害。

4.在组织培养系统中的接种试验 菜粉蝶GV接种到人胚肺、乳兔肾、鸡胚三种离体单层细胞上，经7天培养，有的盲传三代，经光学镜检和超薄切片观察，未发现细胞病变。

5.在人群和动物血清中昆虫病毒抗体的调查 将菜粉蝶GV制备的IgG，用ELISA直接法检测接触菜粉蝶GV最多的工作人员（男8，女2），将棉铃虫NPV制备的抗血清，采用对流电泳法检测多年从事棉铃虫NPV的研究工作者（5人），均呈阴性反应。证明他们自身未被病毒感染，血清中未存在相应的抗体。但是，在检测未直接接触菜粉蝶GV的人群血清中（233人），阴性反应者占1.7%。而用大尺蠖NPV制备的病毒粒子，检测与大尺蠖病毒无接触的人、健康兔、豚鼠的血清，却出现沉淀反应。此异常现象可能是环境中与抗原性质相关的病毒存在，这种存在与疾病无关，可能是一种“隐性感染”。

6.对植物的影响 将菜粉蝶GV杀虫剂喷洒于十字花科作物上，无任何损伤，蔬菜产量增加5—33.3%。用白杨天社蛾GV制剂喷洒于杨、柳、松、杉、梧桐、桂花树、小白菜、丝瓜、秋豇角等无伤害。

7.避免其他有致病性微生物的污染 在美国加利福尼亚州曾发现三种病毒混杂在核型多角体病毒中，并且在人、山羊体内能检查出这种病毒的抗体。为此，曾一度停止病毒制剂的生产。武汉大学病毒所在“菜粉蝶GVW1—78杀虫剂”的研制过程中，发现一种非封闭型细小病毒（Parvo virus）在菜青虫体中

增殖。国外曾有大蜡螟浓核病毒可在小鼠L细胞系的组织培养中增殖的例子。该所在未摸清细小病毒安全性之前，采用差异离心法和丙酮—乳糖共沉法从制剂的制备过程中剔除。所以，病毒制剂应经纯化制备，避免其他有害微生物的污染。

三、病毒杀虫剂的生产

目前，生产病毒的方法，主要用人工饲养昆虫和从地里收集昆虫进行感染，这两种方法在国内外都认为能相辅而行的。把这两种方法结合起来经过纯化，做成病毒杀虫剂是行之有效的办法。而利用罹病死虫捣碎滤液直接应用于大田防治的这种状况已有所改变。按照国际上提出的标准研制成功的“PrGV(W 1—78)杀虫剂”，在我国具有一定代表性，其生产工艺流程见图69。

(一) 病毒的生产

目前，病虫生产的方法主要是：(1)田间采虫室内饲养感染病毒；(2)设立养虫基地，田间集虫感染病毒；(3)大田防治回收病死虫；(4)用天然饲料或人工饲料大量饲养昆虫繁殖病毒。在我国武汉病毒所、湖北荆州微生物站利用人工饲料饲养棉铃虫，生产病毒已获成功，并已进入小批量生产。斜纹夜蛾、菜粉蝶、小菜蛾、木毒蛾、大尺蠖用人工半合成饲料饲养感染病毒亦初见成效。但是，利用人工饲料饲养昆虫的研究，我国尚属薄弱环节，有待加强。这也是当前病毒杀虫剂还不能大量生产和应用的主要原因。

(二) 病毒的定量标准

病毒杀虫剂的标定产品有效病毒含量是产品杀虫力稳定性的关键，也是制剂标准化的重要一环。定量标准主要是以病毒标准样品的毒力生物测定为依据的。菜粉蝶GV在生测中致死宿主幼虫90.4%，所需病毒的量为 9.8×10^4 Capsules/ml (即 1×10^4

mg/ml),因而标定产品大田有效病毒量为 9.8×10^5 Capsules/ml (即 1×10^{-3} mg/ml)。每亩标定50mg即可达防治目的。同样,棉铃虫NPV致使宿主幼虫90%幼虫死亡率其感染剂量为285.10 PIB/幼虫。标定大田有效病毒量为 1×10^6 PIB/ml,每亩病毒量为450亿。

(三) 病毒原粉的制备

病毒原粉是病毒杀虫剂的病原组成物的主要成分,通过载体吸附剂吸附,使病毒均匀散布于制剂之中。国外生产的粉剂剂型,多采用纯化的病毒,通过活性炭吸附制成病毒原粉。我国在研制“PrGV(W1—78)杀虫剂”和“78—3号棉铃虫病毒杀虫剂”中,也采用同样方法制备病毒原粉。活性炭吸附效果,用吸附沉降率表示。

$$\text{吸附沉降率}(\%) = \left(1 - \frac{\text{上清液浓度}}{\text{稀释悬浮液浓度}}\right) \times 100$$

用低速离心将病毒活性炭沉降出来,经风干或冷冻真空干燥,把含水量控制在35%以下。病毒原粉中GV或NPV的含量是标定产品病毒含量的基本数据,按下列公式计算:

$$\text{病毒原粉中GV或NPV含量} = \frac{\text{投放病毒总量}}{\text{病毒原粉总量}}$$

不同的病毒被活性炭吸附的量是不相同的。如菜粉蝶GV为:每克活性炭吸附32毫克(3.1×10^6 Capsules),棉铃虫NPV为10—30亿PIB,扁刺蛾NPV为100亿PIB,大尺蠖为100亿PIB。

(四) 辅助剂的选择和配制

辅助剂是病毒杀虫剂的填充料。为了保护病毒,提高对害虫的感染力,并使病毒和微细粉粒通过表面活性的作用粘着植物枝叶表面。辅助剂的种类通常包括粘着剂、展着剂、保护剂、增效剂、诱饵剂、填充剂等,其所含成分应对病毒无副作用,对害虫不产生抗性,有利于环境保护。所以,使用前都应进行检测。

近年来,我国所研制的病毒杀虫剂中选用的辅助剂成分有以

下几种。 $1^{\circ}01 \times 8.0$ 的制苗苗液效育用入品汽宝利面固。

1. “PrGV (W1—78) 杀虫剂”和“小菜蛾GV杀虫剂”选用 甲基纤维素, 吐温80、农乳100, 中性洗衣粉, 茶枯粉等为粘着和展着剂; 活性碳, 荧光素钠, 果绿或翠绿染, 甘油等为保护剂; 菜饼, 菜油, 甘蓝叶粉为诱饵剂; 青、链霉素为防菌剂; 硫酸铜为腐增效剂; 轻质碳酸钙为填充剂。按上述成分配成适当比例, 经粉碎、过筛、灭菌拌合等系列工序, 分别制成可湿性粉剂、乳剂和模式剂等三种剂型。

2. “78—3号棉铃虫病病毒杀虫剂”中选用的辅助剂 黄连素、荧光素钠、活性碳、甘油等为保护剂; 青霉素、磺胺嘧啶为抑灭菌剂; 棉饼粉、麸皮粉、粗棉油、茶饼粉为诱饵剂; 西维因为增效剂, 试制成可湿性粉剂。

(五) 分装与产品检验

按照标定产品病毒有效含量所配制的使用浓度分别分装一定的量。如“PrGV (W1—78) 杀虫剂”分别分装0.5、5、10、25亩不等, 并贴以标签说明。

产品检验: 每批产品必须抽样与标准样品比较, 对其毒力进行室内和田间效果检验。并且在相同条件下, 测定对光的稳定性。以不曝晒阳光的病毒悬液生测结果代表制剂的原始活性, 用原活性残留率表示制剂对光稳定性。即为:

$$\text{原始活性残留率}(\%) = \frac{\text{曝晒后死亡率}}{\text{原始死亡率}} \times 100$$

(六) 产品的贮藏

对病虫和制剂的保藏, 我国已开始注视并做了许多工作。对病虫体置50%甘油保藏于阴凉干燥处或冰箱中, 已为通常使用方法。据报道, 菜粉蝶病虫尸在室温4℃、-7℃、-15℃贮存15个月, LC_{50} 差异不显著。广东省林科所马尾松毛虫病虫尸凉干和晒干室温保存21个月, 其感染力为94.1%和69.1%, 差异显著。江苏林科所用差异离心法提取的赤松毛虫CPV, 加50%甘油与不加

甘油保存于30℃和50℃半年，其感染力丧失2%和12.7%。菜粉蝶GV杀虫剂产品贮藏于室温暗处，一年丧失感染力14—16%；贮藏于4℃以下，一年丧失8%，贮藏于室温光亮处比暗处半年感染力下降19.6—24.7%，证明贮藏于低温和暗处效果较好。

四、我国应用病毒防治害虫的效果

我国利用病毒治虫不到十年，病毒杀虫剂尚未发展到商品农药阶段。但已进入大规模田间试验，有的病毒已开始接近作为通常的防治手段，防治试验的范围已由森林害虫扩大到粮、棉、油、果、蔬等农作物，效果亦日趋显著。

（一）应用效果

目前我国大约有26种病毒进入大田防治试验，有的已开始推广应用，如马尾松毛虫CPV，目前至少十个省林区推广试验，仅广东省防治面积已达2万多亩。北京、湖北等地发现的白杨天社蛾GV，经安全试验并制成乳剂在林间进行大面积试验。湖北、江苏、安徽等省用棉铃虫NPV在棉区进行较大规模地防治试验，试用面积万亩以上，还有在茶、果、蔬和其他园林害虫上的许多试验也是成功的。表6列举了我国利用病毒防治害虫的部分结果。

（二）应用技术

我国利用病毒治虫的技术，基本上仿照化学农药，但已开始注意病毒农药的特点和流行病学的某些规律。

1. 防治适期 在整体防治和系统防治中有以下几种。

（1）当虫口近乎达到造成经济危害程度时，在田间喷洒病毒，在短期内达到保护作物的目的。

（2）在虫口密度相对低时，为保护天敌，选择适期，田间喷洒病毒，补充杀灭害虫，控制虫口增长。

（3）也有在整个生长期中多次使用病毒，使病毒长期存在于

表 6 我国利用病毒防治害虫的部分结果

病毒名称	害虫名称	剂量及使用方法	防治结果
桑毛虫NPV	桑毛虫 <i>Euproctis similis</i>	1.5×10^4 PIB/ml 或 4×10^7 PIB/亩 喷洒桑园 200 亩	9—10 天出现死亡高峰, 12 天后死亡率达 90% 以上, 7 个月后有 34% 死亡
马尾松毛虫 CPV	马尾松毛虫 <i>Dendrolimus punitatus</i>	1 头六龄病死虫兑水 50—100 倍 喷洒林间 4 万多亩	各龄幼虫死亡率达 70—90%
赤松毛虫 CPV	赤松毛虫 <i>Dendrolimus spectabilis</i>	每头死虫捣液稀释 100 倍, 飞机喷洒林间 11500 亩	虫口减退 67%, 至蛹期仍有死亡
油松毛虫 CPV	油松毛虫 <i>Dendrolimus tabulas formis</i>	1×10^7 PIB/ml 喷洒林间约 200 亩 以 1:100 倍虫尸液室内感染	15 天虫口下降 98.8%, 能交叉感染赤松毛虫和落叶松毛虫 死亡率 85%
德昌松毛虫 NPV	德昌松毛虫 <i>Dendrolimus punitatus tehchangensis</i>	1×10^6 PIB/ml 或 $1.5-2 \times 10^{11}$ PIB/亩 喷洒 1000 亩以上茶园	防治效果 90% 以上 (试制杀虫剂)
大尺蠖 NPV	大尺蠖 <i>Buzura suppressaria</i>	7×10^5 PIB/ml 室内及大田喷洒	对 3 龄幼虫防效 80% 以上
茶毛虫 EP-CPV-N	茶毛虫 <i>Eupretis pseudoconspersa</i>	7.2×10^8 PIB/ml (湖南) 9.7×10^5 PIB/ml (广西)	林间防效 75.6—90.9% 林间防效 74.9%
油茶毛虫 NPV	油茶毛虫 <i>Eupretis pseudoconspersa</i>	1×10^7 PIB/ml 喷洒林间 120 多亩	防治效果 77.5—82.4%
木毒蛾 NPV	木毒蛾 <i>Lymantria xyliana</i>		

扁刺蛾NPV	扁刺蛾 <i>Thoesa sinensis</i>	1×10 ⁷ PIB/ml 喷洒茶园约 3500亩	防效达90%以上(试制杀虫剂)
云尺蠖NPV	云尺蠖 <i>Buzura thibetaria</i>	0.5—1亿PIB/ml 喷洒茶园	17天防效98.5%
茶小卷叶蛾GV	茶小卷叶蛾 <i>Adoxophyes privitane</i>	1×10 ⁻³ mg/ml 喷洒茶园约 30亩	防治效果85%
白杨天社蛾GV	白杨天社蛾 <i>Melalopha anachoreta</i>	55毫克GV 稀释50公斤水 喷洒园林防治林约1500亩	防治效果93.4%(试制杀虫剂)
大蓑蛾NPV	大蓑蛾 <i>Cryptothoelea variegata</i>	0.5—1.0×10 ⁶ PIB/ml 大 面积喷洒园林	于幼龄期防治效果达90—100% (试制杀虫剂)
舞毒蛾NPV	舞毒蛾 <i>Ocneria dispar</i>	8.2×10 ⁵ PIB/ml 喷洒林间 120多亩	防治2—3龄幼虫效果85—90%
棉铃虫NPV(78-3号棉铃虫杀虫剂)	棉铃虫 烟青虫 <i>Heliothis armiger, H. assulta</i>	已试制杀虫剂,以1.5×10 ¹⁰ 3×10 ¹⁰ , 6×10 ¹⁰ PIB/亩 喷洒 2×10 ⁷ PIB/ml 大田喷洒,	曾用飞机喷洒,防效为75—93.8%,扩大防治面积万亩以上,优化学农药 虫口下降80%左右(试制杀虫剂)
斜纹夜蛾NPV	斜纹夜蛾 <i>Prodenia litura</i>	面积约800亩	
银纹夜蛾NPV	银纹夜蛾 <i>Plusia agnota</i>		

(续)

病毒名称	害虫名称	剂量及使用方法	防治结果
粘虫NPV	粘虫 <i>Leucania separata</i>	1×10^7 PIB/ml 悬液喷洒大田约200亩	对2龄幼虫防效80—90%
棉小造桥虫NPV	棉小造桥虫 <i>Anomis flave</i>	3×10^6 PIB/ml 悬液喷洒棉田约500亩	对3—5代2—3龄幼虫防效为90%
菜粉蝶GV〔制成〕	菜青虫 <i>Pieris rapae</i>	每亩有效病毒含量50mg 喷洒大田3万多亩	乳剂、可湿性粉剂、膜式剂全国20多个省市试验推广，防效75.3—95.4%
小菜蛾GV〔试制〕	小菜蛾 <i>Plutella xylostella</i>	有效病毒含量90mg/亩 喷洒大田约1000亩	乳剂和可湿性粉剂防效75.6—82.3%
PxGV杀虫剂)	黄地老虎 <i>Agrotis segetum</i>	每亩以虫尸10克喷洒大田， 大面积推广试验	6天感病率60%以上，10天后死亡率86%
黄地老虎GV	粉纹夜蛾 <i>Plusia ni</i>	1×10^8 — 5×10^8 PIB/亩	发病率90%以上
粉纹夜蛾NPV	绿刺蛾扁刺蛾褐边刺蛾 <i>P. sinica</i> <i>T. sinensis</i> <i>Ag. P. conscia</i>	1×10^7 PIB/ml 室内试验	死亡率90%
绿刺蛾NPV	枣刺蛾 <i>Iragoides conjuncta</i>	1克病虫尸(干重)兑水10公斤大面积试验	杀虫效果86%

生态体系中，达到长期控制害虫种群的密度。如用棉铃虫NPV防治第三代棉铃虫是据其产卵部位和卵期短的特点，于产卵高峰期前后，用超低量喷雾器每隔两天喷洒病毒，经3次施毒，控制了第三代棉铃虫的危害（效果达95%以上）。又据第四代棉铃虫发生参差不齐的特点，在三代防治基础上，每隔三天连续喷毒，亦达同上防效。应用“PrGV(W1—78)杀虫剂”防治菜青虫，则于苗圃期根据产卵量喷毒1—2次，定植以后根据散产卵和卵期长的特点，在甘蓝生长期喷毒2—3次，可达防治目的。在茶园防治扁刺蛾时，选择幼虫2龄期喷洒病毒，效果最理想。大尺蠖选择1—2龄喷洒病毒制剂效果达90%以上。

2. 提高防治效果 在病毒制剂中辅加某些亚致死量的化学农药或其他生物农药（如苏芸金杆菌），可提高防治效果。棉铃虫病毒加1.25—2.5%西维因可提高杀虫率10%。菜粉蝶GV加苏芸金杆菌或杀虫脒等混合使用可发挥各自优势，取长补短，提高防效10—13%。在病毒杀虫剂或配制喷洒液中，增加某些化学物质，如0.1—0.5%硫酸铜，0.5—1%硫酸亚铁或碳酸钙或植物提取液等，在棉铃虫、菜粉蝶、大尺蠖和松毛虫的防治中，都认为具有增效作用。

两种或多种病毒混合使用，也有促进病毒提高防效作用。国外曾用粘虫GV与NPV混合感染粘虫，被认为GV中具有一种酶作用于中肠上皮细胞微绒毛周围，而促进NPV的入侵。我国刘年翠、梁东瑞等（1979）曾用小菜蛾GV加菜粉蝶GV混合防治菜青虫和小菜蛾，结果潜伏期和杀虫效果都有所缩短和提高。山东省泰安地区农科所（1980）用菜粉蝶GV加小菜蛾GV加银纹夜蛾NPV加甘蓝夜蛾NPV混合防治多种蔬菜害虫比单用马拉硫磷平均防效提高43.5%。这可能是病毒协同作用的结果。

提高防治效果的另一个重要问题，就是阳光直射下病毒较易丧失活性的问题。活性的丧失程度与太阳能的强度、植物种类和喷洒病毒的部位以及病毒制剂增加保护剂的量有关。在使用中应

注意尽量避免病毒活性的损失。

(三) 病毒杀虫剂的持效作用和病毒病的流行传播

病毒杀虫剂的特点之二，是病毒在害虫种群中释放后，在生境内保存下来，在一定条件下不断增殖，持续控制害虫种群的消长。国外报道，粉纹夜蛾NPV在土壤内，可保持活性达五年之久。并由此而污染作物叶面，并引起寄主种群内病毒病的流行。武汉大学病毒所（1980），曾从施用菜粉蝶GV 6个月和19个月的土壤中分离出GV，并具有78.5和21.4%的感染力。在发生过白杨天社蛾GV流行病疫区（相距二年）的土壤中亦分离出GV，并且42%感染力。表明病毒在土壤、林间等生境中能长期保存下来。用“PrGV（W1—78）杀虫剂”喷洒甘蓝后，经2小时中雨冲刷，杀虫力仍达70.4%。田间喷洒后32天尚有74.6%菜青虫感病致死；140天为28%；190天以后，在下一茬作物上，幼虫发病率仍达13.5%。此外，在相距200米未施病毒的菜地里发现93.04%幼虫感染致死。内蒙古农科所（1980），在一季甘蓝生长期中喷洒1—2次制剂，即控制菜青虫危害。

病毒在种群中的流行传播与昆虫流行病学和病毒生态学及其与环境之间的关系，国外已有一些零碎的研究，曾报道24种鸟类可通过其粪便传播13种杆状病毒。我国在菜粉蝶GV和白杨天社蛾GV流行病传播的研究中，以饲喂病毒和病虫的麻雀、八哥、鸡、鸭、兔、青蛙、小白鼠、猪、牛、羊等10种动物粪便中分离出GV，并且不受肠胃pH的影响，对幼虫感染力仍达80%左右。通过捕食被NPV感染的木毒蛾的鸟类（麻雀、大山雀、白鹡鸰）也从粪便中检查出NPV，并具60.1—83.7%的感染力。上述动物无疑是病毒传播的媒介之一。

害虫寄生性天敌、捕食性天敌和腐食性昆虫对病毒病流行传播具有密切关系。在菜粉蝶GV流行病调查中发现线虫、黑茧蜂、草蛉、瓢虫、蜘蛛、蝇、步行虫等在病虫中生长发育或捕食病虫和虫卵。木麻黄林间亦普遍发现七星瓢虫、益蝽、蝇、蜘蛛等在水

毒蛾病虫尸上取食，检查发现体表粘附大量NPV。它们本能的活
动，对病毒的传播有一定作用。

寄主昆虫的各发育阶段对病毒病的流行传播，具有直接的关系。近年来，我国工作者进行了大量的研究，取得良好的效果。如菜粉蝶GV、白杨天社蛾GV、小菜蛾GV、棉铃虫NPV、大尺蠖NPV、木毒蛾NPV、扁刺蛾NPV、油茶毒NPV、马尾松毛虫CPV、赤松毛虫CPV等10多种病毒试验证明，经病毒添食感染未致病死亡的幼虫所化的蛹，其羽化—产卵—孵化率均比正常的低约2.45倍，其后代幼虫死亡率达32—87.3%（赤松毛虫）。采用病毒沾污成虫体表，其产卵—孵化的当代幼虫死亡率大都达100%。同样用病毒涂抹卵壳表面，孵化的幼虫均达100%死亡。对于卵内（胚胎）带毒问题，已引起注视，并已着手进行研究。此外，有的研究者还从感染4天后的幼虫粪便中，分离出大量病毒（菜粉蝶GV和白杨天社蛾GV）。通过污染作物枝叶对幼虫相互感染并散落于土壤中。

对于病毒病的自然流行规律与环境中的高温、高湿、日照长短等因子的关系，在我国已开始进行研究。这些都将对发挥病毒杀虫剂的优点，提高防治效果起着重要作用。

病毒作为害虫综合防治的一员，已具强大的生命力，受到了广泛重视。但应当看到，病毒需要在活体中增殖，有一个致病过程，杀虫谱较窄，在大田应用中，影响防治效果的因子较多。并且和其他农药一样，存在一个环境保护问题。所以，要恰如其分地评价病毒在综合防治中的作用，充分发挥其长处，不断克服其短处，使之更为完善。

病毒杀虫剂突出的优点之一，是施放后能较长期地控制害虫种群的消长，尤其在森林生态系中具有独特的作用。因此，要加强病毒生态学和流行病学的研究，了解病毒—宿主—环境条件的相互关系，探讨人为地引起害虫流行病发生的办法；对于某些猖獗危害的害虫，达到一次施毒，多年有效，长期控制的

目的。

目前,我国发现的昆虫病毒资源为数还不多,有必要继续搜集新的病毒资源,扩大使用范围。在已发现的种类中,各地有许多不同的株系,至今没有测定它们之间的差异,筛选出高毒力的毒株。

人工饲料机械养虫,是大规模生产杀虫剂的主要方法。利用组织培养法或细菌、真菌等来代替现行的活虫生产病毒的方法,值得探索,但成为现实,为期甚远。就虫体增殖病毒来说,目前还有许多害虫完全不能人工饲养或大规模连续地饲养。这些我国甚为薄弱。因此,解决病虫的生产问题,是病毒杀虫剂商品化和推广应用的重要措施。

已经发现有的酶、激素、离子和病毒之间的协同作用,可促进病毒的增殖。因此,寻找适宜的诱饵剂、增效剂是缩短病毒的潜伏期,提高防治效果的途径之一。潜伏性病毒的存在,虽不是昆虫中所特有的现象,但它在宿主中较普遍的存在。因而探讨昆虫病毒的潜伏性,研究潜伏性病毒的活化剂,人为地诱导害虫病毒病的发生和传播,对病毒治虫将是一个重大突破。

病毒是一种生物体,具有遗传性和变异性,与环境保护紧密相联。有的国家由政府颁布了包括病毒杀虫剂在内的微生物农药安全试验准则,在法律上制定《杀虫剂法案》,并专门成立相应的机构来执行上述法律条文。我国在病毒治虫兴起的同时,逐步建立病毒杀虫剂的安全管理法则和产品标准化的检测技术,是发展的必然趋势,应当引起高度重视。因此,开展病毒生防与环境保护的研究和在正式把病毒杀虫剂推广应用之前,做大量的安全试验,是广大病毒生防工作者的崇高职责。

白僵菌的生物学、制剂生产及其应用

吉林省农业科学院植保所 徐庆丰

我国应用白僵菌防治农、林害虫，在解放以后即已开始研究。对大豆食心虫、松毛虫、甘薯象甲、玉米螟、水稻叶蝉、甜菜象甲等十余种害虫具有良好的防治效果。1978年，全国生物防治（以菌治虫）会议统计，全国应用白僵菌防治农、林害虫面积达到2300万亩左右。同时，在白僵菌生产上，研究出适合于我国农村条件生产的简易方法。

以下仅就我国近年来白僵菌研究与生产应用方面的概况，作一综合介绍。

一、白僵菌的分类及形态

据邓叔群报道，我国白僵菌有二个种：球孢白僵菌〔*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill〕和卵孢白僵菌〔*Beauveria tenella* (Saccardo) Siemaski〕。这两个种在形态上的主要区别在于分生孢子的形态及球形孢子的比例不同。最近，有人按菌落生长和分生孢子梗的着生状况等为形态依据，将白僵菌分为球孢白僵菌和布朗氏白僵菌〔*B. brongniartii* (Saccardo) Petch〕两个种。这一分类已为一些学者所采用。

球孢白僵菌在马铃薯洋菜及麦芽洋菜培养基上，23℃培养14天的菌落为毛绒状到粉状，有时形成菌丝束。菌落边缘白色，而后变为浅黄色，有时为淡红色。培养基底面无色、黄褐或淡红色。从营养菌丝上长出的分生孢子梗极为稠密，宽度为1—2 μ。

其上丛生成团的产孢细胞， $3-6 \times 3-5 \mu$ ，分枝后再形成产孢细胞。产孢细胞球状到烧瓶状，其有发育良好的主轴，长 20μ ，宽 1μ ，呈膝状弯曲，其上生有许多 1μ 左右长的细齿。分生孢子芽生，透明、光滑，圆球形到椭圆形，有时基部稍细，大小 $2-3 \times 2-2.5 \mu$ 。无厚垣孢子。在深层培养中只能形成芽生孢子（图70）。

本种与布朗氏白僵菌的区别，产孢细胞极为密集，分生孢子圆球形。

布朗氏白僵菌在马铃薯洋菜或麦芽洋菜培养基上的菌落，培养14天直径为25毫米，毛绒状或粉状，有时呈丝状，白色，以后变为浅黄色或粉色，很少为红色或紫色。培养基反面无色、黄色或粉红色。产孢细胞单生或呈小团状，基部近球形，烧瓶状或圆桶形， $(3)4-15(8) \times (1.5)2-3.5(4) \mu$ ，主轴长 25μ ，宽 $1-1.5 \mu$ ，弯曲，其上长有细齿。分生孢子芽生，透明，

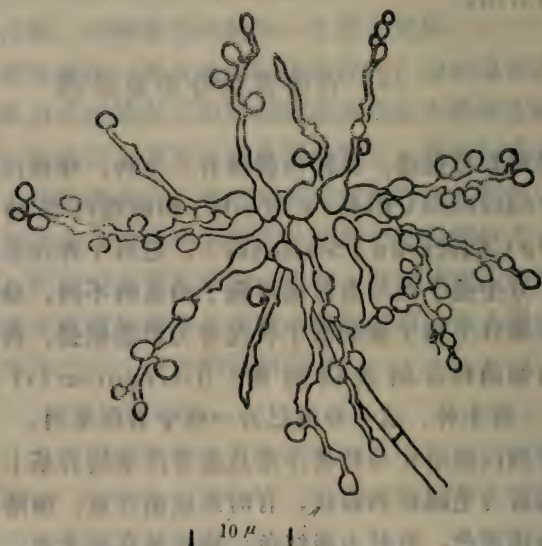


图70 球孢白僵菌形态

光滑，椭圆形，有时基部稍尖，大小 $(2)2.5-4.5(6) \times (1.5)2-2.5(3)\mu$ 。无厚垣孢子。在深层培养中产生芽生孢子(图71)。

本种与球孢白僵菌的区别在于菌落稀疏，分生孢子为椭圆形。

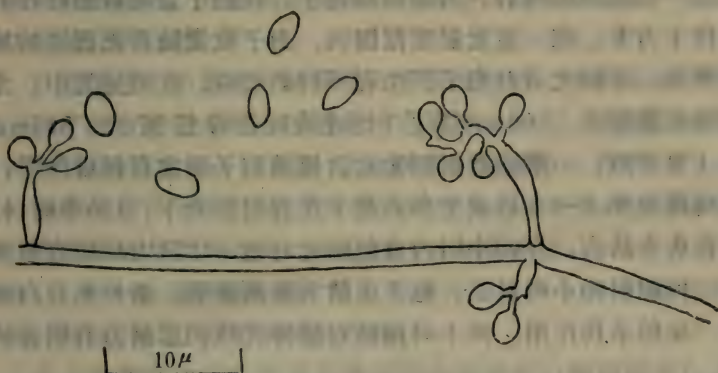


图71 布朗氏白僵菌形态

二、白僵菌生物学特性

(一) 温、湿度对白僵菌发育的影响

白僵菌在 $8-13^{\circ}\text{C}$ 间均能生长，以 $24-28^{\circ}\text{C}$ 生长最为旺盛。 30°C 最适宜于孢子的产生。孢子萌发最适宜的温度与菌丝生长相同，而其对害虫的致病性，虽然在适宜温度下可以加速其致病进程，然而在低温条件下仍具有很高的致病率。

相对湿度对白僵菌的发育和孢子发芽影响比较大。高温低湿有利于孢子的形成；以 30°C 相对湿度 $25-30\%$ 最为有利。孢子萌发和菌丝生长需要较高的相对湿度，其中以相对湿度 100% 最为适宜(87.5%)，其次是 99% (33%)；相对湿度为 95% 时，孢

子发芽率明显降低(1%)。过于干燥对孢子生活力不利。例如:在 $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 下,干燥处理的孢子萌发率显著下降,处理432个小时的孢子则完全不能萌发。

(二) 光对白僵菌发育的影响

在黑暗条件下,菌丝发展较慢,但菌落明显增厚。此种菌落经过一段光照处理后,大量形成孢子,其孢子繁殖较始终在有光条件下为多。在一定光强度范围内,孢子数量随着光强度的增加而增加。不同光质对孢子产生有不同的效应。在可见光中,光波较短的蓝绿光(500mm以下)比光波较长的红黄光(565mm以上)更有效。一般的散射阳光对白僵菌孢子萌发有促进作用,可提高萌发率4—5倍或更多。孢子在直射阳光下,150小时未完全丧失生活力,在90小时内直射阳光对孢子生活力反而有刺激作用。但照射90小时以上,孢子生活力逐渐减弱。紫外光对白僵菌有一定的杀伤作用。但不同菌株对紫外光线的忍耐力有明显的差别。

(三) 氧对白僵菌的影响

氧对白僵菌孢子萌发和菌丝生长有促进作用。在深层培养中,如果加大通气量可以提早形成孢子。但是也有报道,在供氧不足或通气不良的条件下,孢子产生数量反比供氧充足条件下为多。

(四) 氢离子浓度(pH值)对白僵菌的影响

白僵菌孢子在pH3.0—9.4间均能萌发,pH2.4或10.0则不萌发,以pH4.4萌发率最高,萌发也最快。菌丝在pH4.5—5.0时生长最为旺盛,孢子产生以pH6最好。

(五) 营养物质对白僵菌的影响

白僵菌不但可以寄生昆虫,也能在一般培养基上营腐生生活。它对营养的要求并不苛刻。在碳源方面,多种单糖、双糖、多醣(除纤维素外)、脂肪等都可以利用。其中对葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、淀粉、棉子糖及甘油等利用很好。在氮源方面,除对有

机氮、无机氮能很好利用，对硝态氮的利用较铵态氮更好，如加尿素于培养基可使产孢量增加，而加硫酸铵却抑止产孢量。最近有人试验，多种氨基酸及硝酸钾对白僵菌生长和产孢的影响，认为色氨酸和丙氨酸对白僵菌生长和产孢最有效。谷氨酰胺和硝酸钾也能大量产生形状规则的孢子。不同产品的蛋白胨对白僵菌生长有不同的影响，其原因主要是存在着不同的生长因素，如维生素、微量元素之故。

白僵菌生长中需要一些微量元素及维生素。铁和锰对白僵菌孢子的产生有促进作用，可提高产孢量20—15%。但是铁和铜离子过多（超过100mg/l）时，对白僵菌生长有抑止作用。0.5—1%的维生素B₁和B₂有利于白僵菌的生长。维生素C对白僵菌孢子产生的影响与温度有关，如在26±1℃温度下，100毫克的维生素C（每1立升中维生素C的含量）对孢子产生有明显的刺激作用，而在21±1℃下则无此作用。

在大量生产中，作为底物的碳源和氮源对白僵菌菌丝生长和孢子形成是主要因素之一。因为菌丝的生长进程和芽孢数量随着碳、氮比例不同而有规律的变化，试验证明，白僵菌在深层条件下，其C/N应为3.75为宜。

（六）白僵菌的生活力

白僵菌分生孢子的生活力是比较长的，一般在培养基上可保持1—2年，在虫体上可维持6个月，在土壤中为3个月。若制成粉剂，保存于室温下，344天仍有75%的寄生率，484天则完全死亡。孢子的热致死温度接近于50℃。在较干的空气中，孢子暴露于98.3℃下5小时仍能正常萌发，在-27.7℃低温下过夜仍无伤害，甚至连续结冰及解冻很多次无伤害作用。

白僵菌芽生孢子生活力比较弱，一般在室温下仅能存活3—6个月。如果保藏于4℃中8个月，其孢子最大存活率为80%，平均为40%。10—12个月，最大存活率为60%，平均为40%。12个月以后，绝大部分孢子失去生活力。最近报道，如果在芽生孢

子中混入谷氨酸钠或一种石蜡油——聚氧乙撑油酸甘油酯的混合物，以形成保护层，则即使在常温条件，也可以使芽生孢子生活力延长到一年以上。

（七）白僵菌对药物的抵抗力

白僵菌的分生孢子在0.1%升汞水（24℃）中浸10分钟；在甲醛液中（25℃）浸3分钟；在0.2%漂白粉（20℃）澄清液中浸25分钟；在冰醋酸中浸10分钟；在5%石炭酸中浸1分钟均会失去致病力或死亡。许多杀虫剂，如滴滴涕、二嗪农、狄氏剂、杀虫脒、敌百虫、乐果和毒杀芬对白僵菌孢子萌发无影响，而马拉硫磷、速灭威、杀螟松、灭除威、甲六粉、一六〇五、一〇五九及六六六等对白僵菌孢子萌发有一定抑制作用。

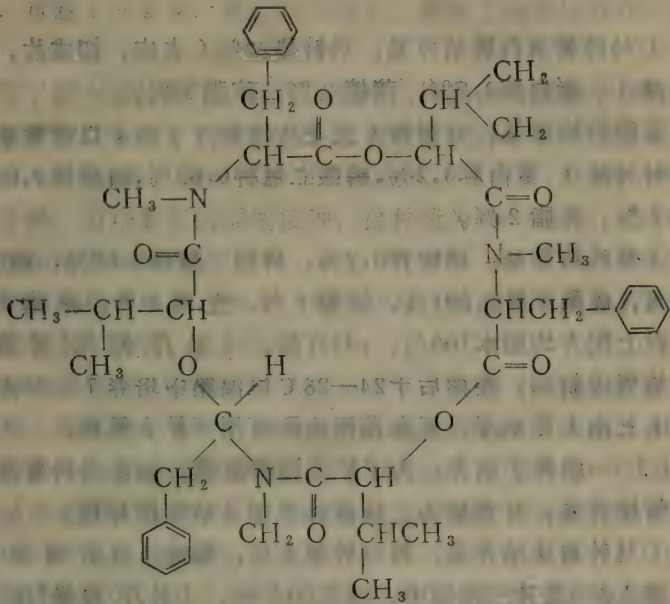
三、白僵菌的侵染途径及致病作用

白僵菌主要通过皮肤接触感染，也可以通过消化道、气孔及伤口等感染途径入侵虫体。分生孢子附着在寄主的表皮上，遇有适宜的温、湿度便开始萌发，生出的芽管借机械压力及分泌一种几丁质酶溶解昆虫表皮，侵入虫体。在昆虫体内，芽管形成节状菌丝及圆筒形孢子，反复增殖，使血淋巴中充满了菌体和孢子，同时产生一种草酸钙的结晶，降低了血淋巴的酸度，影响血淋巴的循环，菌丝大量繁殖破坏虫体组织，损害其行动机能，严重干扰了昆虫的代谢活动，终于导致昆虫的死亡。

白僵菌对昆虫的致病机理，除了上述机械因素外，也存在有菌丝分泌毒素起到杀虫作用。有人试验，从菌丝的丙酮抽提物中，将其稀释至一定浓度对某些蚊虫具有明显的毒杀作用。同时，还证明正在萌发的孢子也存在有对家蝇致死的化学物质。在半小时内，家蝇接触喷布的悬浮液，即可从供试的墙壁及天花板上掉落下来，3小时内有100%晕倒，而没有一个能复活的。

目前，已从白僵菌中分离出这种化学物质，名为白僵素

(Beauvericin)。其化学结构如下。



四、白僵菌的生产

白僵菌菌剂的生产方法可分为二种：一是采取工业化生产方式，在发酵罐中进行液体深层培养以获得芽孢子；二是采用农副产品为原料进行的土法固体生产以获得分生孢子。由于前者生产的芽生孢子生活力较弱，生产上尚未使用，目前大多采用较简易的固体生产方法。

(一) 白僵菌的固体生产

1. 生产工艺流程 沙土管原菌种→斜面菌种培养→一级种子培养→二级液体（或固体）种子培养→三级固体发酵→产品干燥→成品检查→包装。

2. 工艺条件

(1) 斜面菌种培养：斜面菌种培养通常有以下几种配方。

① 马铃薯蛋白胨培养基：马铃薯20%（去皮，切成片，煮出液过滤），蛋白胨0.2%，蔗糖2%，琼脂2%。

② 饼粉培养基：豆饼粉（或花生饼粉）3%（以适量水煮沸半小时过滤），蛋白胨0.2%，磷酸二氢钾0.02%，硫酸镁0.02%，蔗糖2%，琼脂2%。

③ 蔡氏培养基：硝酸钾0.2%，磷酸二氢钾0.02%，硫酸镁0.02%，硫酸亚铁0.001%，淀粉1%，蔗糖2%，琼脂2%。

以上配方均加水100%，pH自然。1公斤/厘米²灭菌30分钟，放置成斜面。接菌后于24—28℃恒温箱中培养7—10天，待斜面上长出大量孢子，无杂菌污染即可用于扩大繁殖。

(2) 一级种子培养：为了扩大菌种数量，制备马铃薯块或麦麸试管培养基，分别用为二级液体及固体培养接种用。

① 马铃薯块培养基：将马铃薯去皮，切成1立方厘米的小块，装入250毫升三角瓶中，每瓶50多粒，1公斤/厘米²压力灭菌30分钟。用培养好的斜面菌种接种，每支接3—4瓶。24℃下培养4天，长满菌丝后即可作液体培养基接种。

② 麦麸管培养基：1斤麦麸加8两水（或将小米煮成饭状），分装于试管中，装量为 $\frac{1}{2}$ ，然后塞上棉塞。灭菌后，用斜面菌种接种，每支接20管，24—28℃温度下培养7—10天，待大量形成孢子后备用。

(3) 二级种子培养：

① 液体种子培养：培养基配方：麦麸5%，蔗糖2%，蛋白胨0.2%，磷酸二氢钾0.02%，硫酸镁0.02%。

将麦麸加水煮沸半小时，过滤，补足水分。滤液中加入其它成分，不用调pH，装入500毫升三角瓶，每瓶150毫升，灭菌后备用。

将培养好的（保存在10天以内）马铃薯块接种到三角瓶培养基中，每瓶1—2块，置于24—28℃，摇床上振荡培养48—72小时。

为了扩大液体种子，还可以采用白铁制作的摇桶中培养。摇桶形状与细口瓶或牛奶桶相似。总容积为20升，其中加入培养基量为6—7.5升。桶口用纱布夹花包扎。1公斤/厘米²压力灭菌45分钟。用培养好的摇瓶接种，接种量为10—12%，置于24—28℃振荡培养24小时。

②固体种子培养：配方：麦麸80%，填充料（玉米秆粉、草炭或细锯末）20%，水80%。

将培养基充分拌匀，装入罐头瓶中，装量1/3。灭菌后，用麦麸（或小米）管一级菌种接种，每支可接4—5瓶。用接菌铲将菌种与培养料混拌均匀，置于24—28℃中培养5—7天，待培养基中长出大量孢子，麦麸培养基呈松散状即可取出备用。

（4）三级固体发酵：

培养基配方：①麦麸80%，粉碎的玉米秸粉（草炭或锯末）20%。

②麦麸60%，棉子饼（或豆饼）20%，锯末20%。

③麦麸30%，米糠40%，稻壳30%。

配养料中加水量随使用的二级菌种种类而异。如用二级固体菌种接种，则加水70—80%，如用二级液体菌种接种，则只需加水40—50%。加水后，将料混匀，过粗筛，装入布袋，每袋装料15—20斤。于1公斤/厘米²压力，灭菌1小时。冷却至40℃时，便可接种。

接种应在无菌室内进行。接种前，操作人员用酒精擦洗双手，接种用具（如大铁盆或塑料布）亦需用酒精棉擦洗。然后将培养料倒在大盆中（或塑料布）。接二级固体与料1：10比例（液体种子接种量为料的30%）接种。用手拌匀，然后装入各种培养的容器中进行培养。

各地群众在生产白僵菌的过程中，创造了许多种培养方法。现择其主要的叙述如下。

曲盘式培养（图72） 此法沿用我国制酒业制曲方法，可因地制宜，就地取材，采用多种形式的生产工具（如木盘、竹框、竹帘、白铁盘以及秫秸盘等）。生产方法有以下几种。

（1）**无菌锯末覆盖法**：将培养料铺于盘内（厚度1寸左右，冬天宜厚，夏天宜薄），用灭菌锯末（或草木灰、稻壳等）覆盖，以隔离空气中的杂菌，减少污染，并可起到保温、保湿作用。在室温15—25℃培养5—7天，即可生产出质量较好的白僵菌粉，每克菌粉中含菌量达60—100亿个。

（2）**变温扣盘培养法**：先按“无菌锯末覆盖法”培养36—48小时，待培养料中长满菌丝后，料已开始结块时进行扣盘（翻面）培养，起到降温、排潮作用，并加速白僵菌的生长。

（3）**“通风式”培养法**：过去生产白僵菌，门窗密闭，室内湿度大，通气差，料温升高，杂菌容易污染。广东省新会县白僵菌农药厂采取在料温升高温时，开窗通风，室内装置有大型风扇，吹风降温，排潮（料面干燥时可适当喷些凉开水）。另外，改用干培养料灭菌后再接二级液体菌种等方法，降低了杂菌的污染，加速白僵菌的生长势，实现大规模生产。

通风发酵池培养法（图73）：用鼓风机通风，以满足培养时所需要的通气量。发酵池砌成长方形，池底斜坡状。池上1/3处设盛料架，上铺竹帘，池的四周围以帆布或塑料布垫于竹帘下，以防池壁漏风。将培养料铺在竹帘上，铺料厚15—20厘米。为了防止杂菌，在料的上、下层各铺1—2厘米厚的粗锯末。待料温升至30℃时即开动鼓风机，间歇通风降温，料温下降后即停风，待白僵菌生长旺盛，温度猛升时，即连续通风。为了避免料内水分蒸发过多，可在吹风机的通风口上适当加水放潮。此法培养白僵菌每池5天可产200斤左右。但技术要求高，掌握不好会使产品质量降低。



图72 曲盘式培养

露天地坑培养法（图74）：

在无积水的林荫地，挖长形坑，深5—6寸，宽2.5尺，长度不限。坑上搭凉棚防晒，防雨。

培养时，先在床面铺一张灭菌的旧报纸，将培养料铺成1—1.5寸厚，料上盖一张灭菌旧报纸，并稍压些细潮土（热天料上加灭菌锯末或草木灰，以利通风），培养5天即大量形成孢子。培养料加水时调入0.1—0.2%高锰酸钾，可促进生长。因为地坑土温低，高温季节温度也不高（比气温低3—5℃）。而露天通气好，阳光充足，杂菌少，生产范围不受房舍限制，适用于农村中生产。



图73 大池通风发酵



图74 露天坑式培养

地面切块培养法（图75） 夏季可在室内地面撒一层新鲜的小灰，上铺培养料，厚1寸左右。在室温（20—25℃）培养2天，待菌丝生长丰满，培养料开始结块（一般在第二天），用刀

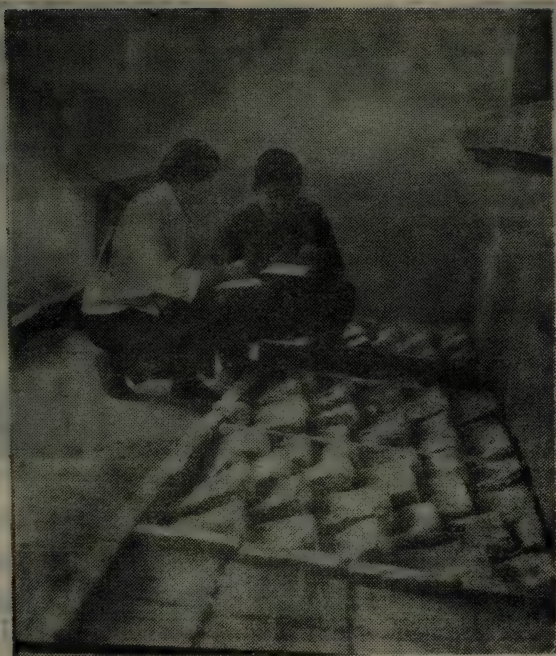


图75 地面切块培养

切成块状，再培养一天，将结块的培养料竖起，培养至5天左右，即可收料。冷天也可以在坑面上培养，用秫秸隔成方格，铺料后使坑面保持 24°C 左右，培养2天，待菌丝长好后，切成大块，竖起排成人字形，使之通风降温，边干燥，边形成孢子。

塑料袋培养法（图76）：用塑料薄膜制成 1.2×1.6 尺的袋，盛料1—2斤，袋口绑长6寸，粗4尺的秫秸把（去皮）或竹筒（蒙四层纱布，以利通气）。灭菌，接菌后，在袋外将菌种与培养料搓揉均匀，把袋平放于培养架上，将秫秸把插到袋的中央，以便均匀通气。三天后培养料开始见白，待料呈块状即倒出，进行裸露培养（不可将料搓碎，以免污染）。由于裸露培养通气好，外层开始形成孢子，里面继续生长菌丝，再培养3—5天，



图76 塑料袋培养

料开始发散，并形成大量孢子。

泥罐培养法（图77）：用泥制水罐，罐内盛料2—3寸厚，用牛皮纸（或双层报纸）包扎罐口，灭菌后接种，放于室内阴凉



图77 泥罐培养

处进行培养。在20—25℃温度下需6—10天，所生产的白僵菌质量特别好，杂菌污染低。

3. 白僵菌菌粉的烘干 培养料大量形成孢子后，即出料，送烘干室烘干。烘干室温度保持在30—40℃，经2—3天即可取出。此时菌粉含水量约5%左右，料已完全松散。培养料也可以在通风处先经初步干燥，然后移到烘干室进行烘干处理。

4. 白僵菌菌粉成品检查 成品在包装前要测定孢子数，一般采用血球计数板计算孢子数，也可以用平皿稀释法测定。前者操作简便、迅速，但孢子死活情况不清楚，测定结果往往偏高，而后者测数较准确，可了解活孢子数，但方法比较麻烦。所以如采用血球计数法，还须辅以悬滴法测定孢子萌发率，则可计算到实际的活孢子数。一般产品质量标准是：每克菌粉含活孢子50—90亿，平均80亿，孢子萌发率90%为合格。

5. 成品包装 用塑料袋或双层牛皮纸袋包装，贮存在阴凉通风处。在菌粉烘干及包装过程中，翻动菌粉会使孢子飞扬在空气中，工作人员吸入过多的分生孢子会发生过敏反应。表现头痛、不适、咳嗽、吐浓痰等症状，反应严重者，体温升高，卧床不起。如离开现场，症状2—3天后即消失。因此，为确保工作人员的身体健康，在后处理加工过程中，必须加强防护，如戴防护面具（市售防尘口罩），穿紧口的工作服，工作完毕要洗手、洗脸。有条件的工厂，应制一台密封式白僵菌烘干包装机，使后处理实现机械化。并使室内白僵菌粉尘浓度降低到3.5毫克/米³以下，以达到安全生产。

（二）白僵菌的深层发酵培养

白僵菌的深层发酵培养工艺，国内曾有一些单位进行过研究，并经最后500—5000升发酵罐中间放大试验，确定了适宜于工业生产的工艺条件。但因涉及到芽孢子生活力较短，不耐贮存的实际问题，还没有在生产上应用。

五、白僵菌的治虫效果

白僵菌是一种广谱性的嗜虫性微生物，它可以寄生于六个目，十五个科，近二百种以上的昆虫和螨类。近十年来，国内已开始应用于防治多种农、林害虫，并取得了大面积防治效果。

（一）防治松毛虫 (*Dendrolimus punctiventris* Germar)

自从1952年研究利用白僵菌防治松毛虫以来，全国十余个省、市的林区普遍应用白僵菌防治松毛虫，取得了良好的效果。据1975年全国生物防治（以菌治虫）科研协作会议上的统计，应用白僵菌防治松毛虫面积约为500余万亩，防治效果普遍达到80%以上。在南方林区，梅雨季节，气温低、湿度大，适宜于白僵菌的生长和繁殖。用白僵菌防治松毛虫的林区中，白僵菌自行蔓延扩大，在小面积上点片喷撒，即可向外围扩展到几十倍，甚至成百倍的面积，使松毛虫在林中发生流行病。其残效期也很长，头年秋天撒菌防治松毛虫，到第二年春季仍有作用，这种特点，在其它防治法中是少见的。

随着白僵菌防治松毛虫工作的进展，各地群众创造了许多新的防治方法：①点片撒布，蔓延扩大；②放虎归山（将白僵菌喷于活虫体上，放回林中），继续感染扩大；③利用喷粉炮、机动喷粉、喷雾器及飞机等工具进行撒布。

（二）防治玉米螟 (*Ostrinia* sp.)

利用白僵菌防治玉米螟，全国已有十一个省（区）、市，特别是在北方春玉米产区使用，防治效果很为明显。在玉米心叶期（高粱亦同）撒布白僵菌颗粒剂一次，防治效果可达80—96%。近年来，应用方法也有所改进。例如，有的地方采用隔垅撒颗粒剂，防治效果接近于逐垅施药（约低10%左右），并节省了劳力。利用玉米心叶繁殖白僵菌防治玉米螟，效果达60—70%。黑龙江

省自1973年开始采用飞机喷撒白僵菌，效果很好，由于大面积喷布白僵菌粉，增加了自然界的菌量，第二年玉米秆中残存的越冬幼虫亦被白僵菌感染，在羽化前的寄生率仍达90%。而在相距撒菌区200—500米的下风头的玉米田中，越冬幼虫寄生率达66—72%。由此说明，施用白僵菌不仅可以减轻当年为害，而且对第二年的螟虫发生也能起到一定的控制作用。

除此之外，在吉林、黑龙江以及山西省还研究用白僵菌防治谷子钻心虫亦有良好效果（50—70%）。

吉林省自1974年开始研究应用白僵菌封垛防治越冬玉米螟幼虫，使玉米根茬及玉米秸秆中越冬幼虫寄生率提高80—90%（对照为20%）。大面积封垛后，对压低田间螟害有良好的作用，防治效果达60—70%。从此，在玉米螟防治工作上，可使田间撒颗粒剂改为封垛消灭越冬虫源，大大节约了人力和用药量。

该省的梨树县梨树公社和蔡家公社，自1972年以来应用白僵菌颗粒剂及封垛两项治螟方法，连续防治五年，使虫量逐年下降，从防治前百株虫量60—70头，压低到10头以下。

（三）防治水稻害虫

浙江农业大学（1971年）、湖南省师范学院及湖南微生物所（1975—1976年）分别从水稻叶蝉上分离到白僵菌208号，75—1号及76—2号等新菌株，对水稻叶蝉〔*Cicadella ferruginea* (Fab.)〕有很高的致病率。多年来，在浙江、湖南、江西、安徽等省防治叶蝉效果达50—70%，最高可达90%以上。

新疆利用白僵菌防治稻摇蚊（*Chironomus oryzae* Matsumura）效果为65.5%。安徽省利用白僵菌防治三化螟〔*Scirpophaga nicertulutas* (Walker)〕，效果为56%，但对稻纵卷叶螟（*Cnaphalocrocis medinalis* Guenée）及稻苞虫（*Paranara guttata* Bremer et Grey）则无效果。

（四）防治茶树害虫

福建省宁德地区茶叶研究所利用白僵菌防治茶毛虫（*Eupro-*

ctis pseudoconsersa Strand) 室内效果为90.1%；田间防治效果达82.4%。防治茶小象鼻虫 (*Curculia slyracis*) 效果为64.8%。安徽省祁门茶叶研究所和国营敬亭山茶场防治茶小绿叶蝉 (*Empoasca flavescens* Fab.)，喷菌后虫口密度显著下降，7天后防治效果达57.7—94.6%；大面积生产示范 (5000亩面积) 效果达80—85%。据观察；风向与防治效果有一定关系，如顺风放菌，可以扩散到一定面积，并可节约人工和劳力。

(五) 防治豆类害虫

吉林省农业科学院于1953—1960年间，利用白僵菌防治大豆食心虫 [*Leguminivora glycinivorella* (Mats.) Obraztsoo.]，小区试验对土内幼虫的寄生率达80—90%，田间防治可压低成虫羽化50—70%。山东省农业科学院的试验效果达80%。湖南省曾利用白僵菌防治豆荚螟 (*Etiella zinckenella* Treitschke) 土内幼虫，亦有较好的效果。内蒙古防治豌豆造桥虫，室内试验100—1000倍白僵菌液，杀虫率达100%，150—1800倍菌液为82—95%，田间试验150倍粉剂效果为82.6%。

(六) 防治果树害虫

果树上由于长期单一地使用化学农药，不仅引起害虫抗性，而且造成发生种类的变化，如红蜘蛛变为突出的问题之一。据试验，用白僵菌防治天幕毛虫 [*Malacosoma neustria* (Linnaeus)]、苹果卷叶蛾 (*Cacoecia longicellana* Walsingham)、小透羽 (*Conopia hector* Butle)、红蜘蛛 (*Tetranychus bimaculatus* Harvey)、枣粘虫及苹果食心虫 (*Capocapsa pomonella* L.) 等都有一定效果，值得进一步研究，以期得出一套综合防治措施。

(七) 其它害虫的防治

内蒙古自治区利用白僵菌50倍液防治糜子地老虎 (*Agrotis* sp.)，效果为66.9—72.7%；防治三叶草夜蛾效果为68.2—96.3%。新疆试验防治黄地老虎 (*Agrotis segetum* Schiffert)

我国利用抗生素防治农作物病害的进展

中国农业科学院 尹莘耘

一、我国农业抗生素发展的过程

在五十年代初,我国即已开始研究和利用农业抗菌素。当时是针对土壤侵染性病害如棉花立枯病、黄、枯萎病等筛选抗生素进行生物防治的。通过固体发酵制成菌剂,进行浸拌种;或再予以扩大,盖种追施,在保证菌剂质量和田间环境条件合适的情况下,防治作物烂种、烂秧、保苗、增产的效果均较明显,有时还能超过赛力散等农药。更由于“5406”等抗生素菌剂的原料好找、设备简便、技术较易掌握;同时还有产生抗生素、刺激素及转化土壤中氮、磷元素等多种功能,易为群众接受,推广面积曾高达亿亩以上。浙江金华等地区,采用曲盘、曲箱的发酵方式,生产“5406”菌种粉,具有一定的规格,逐渐成为商品化。水稻浸种催芽,每亩只用菌剂1—2两,成本降到一角以下,既能节约人工和燃料,增加5—10%的发芽率,并对防止烂种、烂秧、早熟、增产,起到明显的作用。辽宁省新宾县在人参栽培上连续八年使用“5406”,防病增产明显。1980年又从金华地区购入菌种粉万余斤,施用于11万帘的参地上,不仅减轻了叶斑和根腐等病害,刺激了参株的生长,提早一年收获;同时还提高了品质。通过现场鉴定,核对比数数据,由于“5406”的使用,全年增加收益114万元,盈利百倍以上。

活菌的直接利用,对土传病害来说,在现阶段无疑还是优点

为主。它在土壤内或种子上，常能起到杀菌、刺激、控制、占领等多种作用；而且成本低廉，生产技术较易掌握。但对植物茎叶果病害的防治，则有诸多不便之处。随着我国工业设备和发酵技术的发展，制造抗生素的条件日臻完善。从六十年代起，农抗101、内疗素、灭瘟素、春雷霉素、庆丰霉素等农抗品种相继研制和利用。七十年代中，由于井冈霉素的菌种选育、发酵工艺等采取了大协作的方式，进展得非常迅速，目前生物效价稳定在13000单位/毫升以上，每亩耗粮降到1.1—1.7两，喷药两次每亩只化几角钱，即可多收稻谷七、八十斤。因此使用面积逐年扩大，1980年突破了5000万亩。

经过三十年来的研究探索，我国对新农抗的筛选方法，有较大幅度的改进和提高。针对我国的严重病虫害问题，已筛选出不少农抗新品种。例如“多效霉素”是针对疫霉、炭疽、黄萎类病害自行选出的；“769”是针对禾谷类黑穗病，“891”针对稻瘟病，“5702”针对水稻纹枯病，“86—1”针对小麦赤霉病，“26号”杀虫素针对蚜虫而筛选出来的。它们都是放线菌的新种或新变种所产生的抗菌素，与国际上已生产的农抗品种各有区别。此外，我国的“多抗霉素”也已研制成功，在烟草上防治赤星病起着良好的效果。

最近我国医学抗生素的生产工厂也将支援农业，他们在改进工艺、降低成本上有不少经验。今后把科研、生产、推广三方面的工作彼此密切地配合起来，我国农抗的应用面积更可迅速扩大。无疑地，农业抗生素必将在祖国四化建设中发挥巨大的作用；它的发展前景是非常美好的！

二、抗生素的直接利用方面

我国利用抗生素防治土传病害的新品种有“5406”、“G₄”、“787”、“1—178A”等多种放线菌。其中以“5406”号抗生素

研究的时间最长，推广的面积也最大。它是1953年从我国陕西省泾阳县的苜蓿根土中分离获得的。经检定是放线菌的一个新种，命名“泾阳链霉菌”(*Streptomyces jingyanensis* n. sp.)。它在生长过程中能产生数种不同的抗生素和刺激素，能抑制多种植物病原真菌和细菌的生长，并能促进植物细胞的分裂和纵横伸长。施用于田间，普遍有保苗、早熟、增产的效应。这是由于“5406”抗生素多功能因素综合促成的。

二十余年来广泛的试验和应用中，发现它有以下几种特殊的效能和苗头，值得引起重视：

1. 低温条件下防治烂种烂秧特别明显 在提前半月播种棉花的试验中，采用赛力散拌种和闷种的处理，每30米长的平均出苗数只有176和171株；而经“5406”菌剂处理的，平均出苗数高达510株，比拌药的增加两倍之多。单从杀菌的作用来说，赛力散不比“5406”抗菌剂差，其所以不能保苗者，是因在低温下，药的挥发性减低，棉花种苗的生长活力也较弱，经不起寒冷的侵袭和害菌的感染；而“5406”具有抗菌、刺激、占领、控制等多种功能，增强了种子的生长活力，控制了周围有害微生物的活动，保住了全苗（表1）。

在其他三处的对比试验中，“5406”也表现出类似的效应。同时还可证明：保苗的原因，并非六六六的作用，而是“5406”抗生素拌入后，利用棉子饼的营养，大量繁殖起来，发挥了多种功能，控制了害菌的活动，保证了棉子的发芽和成长（表2）。

在冬小麦播种较晚的条件下，也经常发生烂种的问题，一般是增加播种量来解决的，每亩就浪费了5—10斤的种子。利用“5406”、“G₄”抗生素可以增加出苗率，减少播种量。下表是我们在石家庄市良种场及其邻近的社队所做的对比试验，面积在10—12亩之间，各有4次重复。经调查分析，凡施“5406”、“G₄”的出苗率均较施化肥、饼肥或不施肥的提高50%以上。由于亩穗数的显著提高，亩产量也大幅度上升，瘦地的增产比率尤为明

表1 拌撒“5406”抗菌剂防止棉花烂种的效应

处理项目	播种日期(5厘米平均地温)	4月6日	4月12日
	30厘米长取样平均出苗数	(8.9℃)	(13.1℃)
浸种后拌撒“5406”抗菌剂		510	437
浸种后拌0.8%赛力散+10%草木灰		176	270
闷种(先拌0.8%赛力散,后喷水堆置)		171	158

• 试验面积6亩,重复四次,种子先经“三开一凉”法烫过,凉水续泡3小时,取出稍晾干,然后拌干种子量50%的抗菌剂,播种时,又覆盖临时配合的菌肥(每亩按棉子饼粉15斤,地头碎土120斤,0.65%丙体六六六粉1.35斤,抗菌剂3斤)。各期出苗数同在5月19日检查。

表2 拌撒“5406”抗菌剂防止棉花烂种、“烧苗”的效应

试 验 地 区	北京农业大学	辽阳棉麻所	锦州试验场
播 种 日 期	4月12日	4月24日	4月28日
5厘米处平均地温	13℃	14℃	15℃
每行平均出苗数	“5406”抗菌剂 + 棉子饼 + 碎土 + 六六六	225	228
	棉子饼 + 碎土 + 六六六	51	484

• 每亩用棉子饼粉15斤,田头碎土120斤,六六六粉1.35斤,混和后,一半另加2.5%的“5406”抗菌剂,一半不另加菌作为对照。

显。表3中每亩只用菌剂3斤于临播时直接拌入棉子饼15斤的处理,其保苗增产的效果和全部15斤棉子饼加碎土185斤加工制成菌剂200斤的非常接近,比单施同量棉子饼的要好得多。

表3 拌盖“5406”菌剂对小麦保苗增产的效应

处 理 项 目	折合成本 (元/亩)	出苗数 (15米平均)	百苗鲜重 (克)	苗穗数 (万)	亩产量 (斤)
“5406”+“G ₄ ”混合菌剂200斤/亩 (内含棉子饼15斤, 碎土185斤)	2.00	1185	39.8	50.7	713.8
尿素化肥39斤/亩	12.48	761	36.2	37.2	640.7
“5406”+“G ₄ ”混合菌剂3斤/亩 拌入棉子饼15斤(不另堆制)	1.12	1011	39.6	46.8	704.6
对照(棉子饼15斤/亩)	1.09	693	36.6	36.8	599.1
“5406”+“G ₄ ”混合菌剂200斤/亩 (内含棉子饼10斤, 碎土190斤)	2.00	741	24.0	41.0	454.8
对照(不另施饼)	0.00	463	14.0	25.2	262.4
对照(棉子饼10斤/亩)	0.73	498	23.2	25.1	280.8

• 菌剂是用大瓦罐半灭菌法生产的, 尿素化肥分两次追施; 表内上半部的试验在良种场肥地上进行, 于10月15日播种; 下半部在社队瘦地上(未施底粪)进行, 于10月18日播种, 各进行单收单打。

在这个试验的启发下, 目前使用“5406”菌剂的方法, 大都改进为只以少量菌剂在临播前与饼肥、碎土混合, 直接覆盖在种子上; 或则把菌剂干拌种子, 也有加水后进行浸种的。近年改进了“5406”的生产方式, 全部配料进行高压灭菌, 成品含菌量每克达千亿左右, 每亩只用菌剂半斤浸拌种子, 一般也能防止烂种、保证全苗, 增产30—60斤, 高的增产百斤以上。

2. “5406”能增强作物后期的抗病性 我们在盆栽试验中, 发现高浓度的“5406”菌剂浸出液浸泡小麦种子36小时; 或, 在土壤中施入大量菌剂, 均能减轻麦锈病的发生。吉林省农科院植保所采用“5406”菌剂浸液处理麦粒播种于田间, 当锈病严重的年份, 仍能正常成熟, 子粒比较饱满, 不象对照区的形成早枯、子粒秕瘦。表4的资料充分证明“5406”浸种后, 增强了小麦的耐

锈能力，到后期大大地减轻了锈病的破坏性，比对照的千粒重提高20.9%，增产42.9%。通过变量分析，差异极为显著。

表4 “5406” 抗菌剂浸种小麦后的耐病增产效应*

处理项目	百 穗 粒 重 (克)					增 产 率	千 粒 重	
	I	II	III	IV	平均(比对照±%)		克	比对照±%
“5406”抗菌剂	61.0	62.0	65.5	54.5	60.8	+42.9	18.5	+20.9
对 照	37.5	41.0	45.5	46.3	42.6	±0.0	15.3	±0.0

* 本试验在吉林农科院进行，各处理重复4次，随机排列，5月5日播种，8月4日收获，当年锈病十分严重。

此外，采用高浓度的浸出液喷洒3—4叶期的黄瓜幼苗，对后期霜霉病的枯叶率减少49%。用以浸泡马铃薯芽块，对花叶病也明显减轻。

3. 对植物生理性病害的控制方面 “5406”多年使用中，出现了不少苗头。例如油菜、甘薯、高粱、玉米等田间，使用菌剂的对比试验中，都曾反映出“5406”的抗寒防冻作用；柑桔、棉花、梨等在开花期间喷洒“5406”浸出液，有明显的保花、保果作用。现正进一步提取它的有效物质，制订精确的测定方法，研究其工业生产的新工艺，并促进固体生产法逐步统一规格，形成商品，确保质量，发挥它更大的潜力。

三、农业抗生素的研制和利用方面

当前我国农业抗生素推广面积最大或具有推广意义尚未正式发表的有如下数种。

(一) 井冈霉素

井冈霉素是当前防治水稻纹枯病最为理想的生物农药。它的产生菌是上海市农药研究所于1973年从江西井冈山地区的土壤中

分离获得的。经过检定是放线菌的一个新变种，命名为吸水链霉菌井冈变种(*St. hygroscopicus* var. *jinggangensis* Yen)。

通过发酵提取和理化性质的分析，证明它是碱性水溶性抗生素，吸湿性强，呈白色粉末。在已分离出的多种组分中，有些和有效霉素A、B、C相似，另有些则不相同。

井冈霉素的A、B组分除对水稻纹枯病有高效外，对水稻小球菌核病、油菜菌核病、玉米大班病、花生叶斑病以及茄类立枯病等，均有一定效果。

经研究分析，井冈霉素对水稻纹枯病的疗效高、持久性长、不怕雨水冲刷的原因，并不是抗生素能吸入植株体内，而是它能进入纹枯病菌的菌丝体，由外部菌丝传导到植株体内的菌丝，使病菌失去继续扩展的能力，才制止病害蔓延的。

自1975年试生产以来，井冈霉素防治水稻纹枯病的面积，逐年增加，发展很快。1977年达2400万亩，1980年达5000万亩。大量数据证明：防效一般稳定在80—90%，高的可达100%。每亩增产效果平均80斤；重病田块，每亩增产200斤以上。药效能维持15天，长的达25天。施药后1—2小时遇中阵雨，对药效也不受大的影响，因此在雨季也能施药。其有效浓度以50单位为适当。由于井冈霉素以治疗为主，最好在病害发生后（丛发病率15—20%左右）开始喷药。一般在孕穗后期（破口期）喷一次；重病田块在齐穗后再喷一次。每次要喷足水量，每亩喷药量100—200斤，可达90%以上的防治效果。

井冈霉素的发酵单位从投产时3000单位（生物效价）提高到1977年13000—15000单位，创造了化学效价24000单位的先进水平；成本和发酵用粮消耗逐年下降，1979年已有不少单位月平均粮食（糖）消耗下降到每亩用药量只需1.1—1.7两。发酵周期也不断缩短，设备利用率不断提高，每小时产素能力许多厂都达到了300—400单位/ml，最高达到570单位/ml（化学效价）。因此井冈霉素也创造了抗生素行列中的先进劳动生产率（表5）。

表5 井冈霉素主要经济指标提高情况

指 标 项 目	投产初期	1976年	1977年
发酵单位r/ml (生物效价)	3000	8000	13000—15000
发酵周期(小时)	40	40	30
抗生素每小时生产速度	80	200	420
r/ml (生物效价)	6	4	2
粮食(糖)耗(两/亩)			
成本(元/亩)	0.60	0.22	<0.20

上述各项指标的迅速提高，是上海市农药研究所和许多农药厂等单位互相协作而取得的。例如高产菌株的选育，曾先后各经40多次诱变和自然分离，经过二万多次测定。在工艺条件的改革方面，曾在温度、原料、丰富培养基、补料、溶解氧、刺激剂上做了大量的工作，因此在较短的时期内，突破了成本关，使人民普遍受益，为国家创造巨大的财富。

井冈霉素对人、畜、鱼、贝均无毒性，对水稻安全无药害，与多种杀菌剂、杀虫剂混合使用不失活性，故受广大群众的欢迎。

(二) 内疗素

内疗素是中国农业科学院和沈阳化工所、辽宁省微生物所等单位协同研创的一种农用抗生素。它具有内吸作用强、治疗效果高、防病范围广，对环境因子较稳定、对人畜较安全等优点。

内疗素的生产菌是从海南岛土壤中分离获得。1963年我们拟定了内吸抗生素的筛选模型，通过三千多株真菌和放线菌的发酵或提取物，直接处理种子、种苗和薯块等带病的活组织，了解其内吸治疗的特性后才评选出来的。

经检定，内疗素产生菌是放线菌的一个新种，定名为吸水刺孢链霉菌(*St. hygrospinosus* n. sp.)。它能产生多种不同的抗

生素，其中有两种已经提纯，在理化特性上颇似正放线酮和异放线酮，但在生物特性上，尚不完全一致；另两种则与放线酮截然不同，且对植物无甚药害，有待进一步研究。

内疗素能溶于酒精、丙酮、丁醇、乙酸乙酯、三氯乙烷、氯仿和水中；不溶于煤油和石油醚。但是工业生产的膏剂，必先溶于少量酒精，然后加水稀释。

内疗素对光、热、酸比较稳定，日光直射50小时，损失不到10%。但在碱性条件下，仅经2小时，损失活性20%。故在使用时忌与碱性农药或碱水等混合。

经药理试验表明：内疗素对动物毒性较低，其不同产品的致死中量(LD₅₀)在150—600毫克/公斤之间。对鱼类的毒性低于五氯酚钠、代森铵、六六六等农药。水中含有百万分之一(1ppm)的上述药剂浓度时，三种农药各对鱼类有28%左右的死亡率；内疗素的浓度再增大一千倍时，才有一些影响。因此，在大田或园林中使用内疗素对池塘或水库养鱼比较安全。

内疗素在1—10ppm的低浓度时，即能抑制多种致病真菌的生长，但对大多数细菌没有抑制作用。内疗素的内吸渗透作用比一般的农药较强，但对不同的植物组织也有吸入多少和快慢的差别。经测验证明：内疗素可自伤口或非伤口吸入甘薯薯块及薯秧，浸根（苗茎）10分钟后，能内吸上行9厘米的高度；24小时后，能向上运行到25厘米的顶端。用内部带炭疽病菌的红麻种子浸泡6—12小时，内疗素可渗入胚内消灭潜伏着的病菌。内疗素溶液中加入0.5—0.75%的硫酸铜，可以大大减低对种子发芽的影响；同时对杀菌力也有增效作用。

自1974年以来，内疗素在辽宁、山西、陕西、内蒙古、甘肃等省（区）采用40单位浓度浸种或焖种2小时，防治谷子黑穗病的面积，总计达一千余万亩，防效在95%以上，每亩成本不到一分钱。

用1000单位的内疗素混入1—2%的硫酸铜防治苹果及梨树腐烂病（每隔10天防一次，连续3—4次），治愈率可达80—

100%，对树均不发生药害，并能促进伤口的愈合。

内疗素处理带病的红麻种子，苗期、中期均不出现炭疽病株；干燥年份，或用中度感病品种，经过浸种后，整个生育期中可免炭疽病的为害。

使用超低量喷雾防治叶部病害（每亩5—20单位，药水20斤）可减少内疗素药害，降低工本的理想方法。

（三）“769” 抗生素

自从拌种剂赛力散因残毒停止生产使用后，我国部分地区旱粮作物区的禾谷类黑穗病逐年回升，为了寻找新的拌种剂，吉林省农科院植保所于1971年在当地土壤中分离筛选到一株放线菌，编号“769”，经十年来全国十六个省区八百余万亩面积防治试验示范结果证明，对小麦、高粱、谷子、糜子、莠麦上七种种子传染的黑穗病的防治效果在95%以上，与赛力散一致。可以代替赛力散处理种子，推广使用。

“769” 抗生素产生菌为不吸水链霉菌公主岭新变种（*St. ahygroscopicus gongzhulingensis* n. var.）。它对真菌和酵母的抗菌谱很广，对细菌无效。其抗菌素的精制品呈白色无定形粉末，在酸性条件下，对光、热稳定，日光照射7天或100℃煮沸30分钟，活性基本不变；而在碱性条件下煮沸10分钟，活性即被破坏。经理化性质的分析，可能是一个新农抗。

“769” 抗生素抑制黑穗病菌厚垣孢子的最低浓度为0.4—0.7单位；处理种子田间有效防治浓度为25—50单位。它能杀死种子表面的厚垣孢子或抑制其萌发及其前菌丝的生长，是一种表面杀菌剂。

经药理研究，“769” 抗菌素对小白鼠的急性毒性（口服和腹腔注射）均为130mg/kg，属于中等毒性；在常量下积蓄毒性不明显，也无致突变作用。植株不内吸，籽实无残留，对人、畜安全。在土壤中的半衰期，20℃时为6天左右，春播条件下为10天左右；在紫外线照射下的半衰期为两周，故不存在污染土壤的问

题。

“769”抗菌素处理禾谷类作物种子一般无药害，但用液体或固体发酵品超剂量时，对莠麦和玉米种子的发芽有不良影响。

目前的工业产品有两种剂型：原粉每斤可加水50斤，浸泡24小时后，可闷种600斤；粉剂(1:1)每斤可拌种200斤。固体发酵(土法生产)的产品，药费更为便宜，但质量较难保证。

通过测定，粉剂贮藏两年，原粉贮存一年半，固体发酵的菌剂贮存四年半，都不降低效价。处理过的种子干燥后存放一年，仍有防效。

“769”与辛硫磷、氯丹、敌克松等杀虫、杀菌剂或碳铵、尿素等化肥混用时，互不影响。

(四)多效霉素

多效霉素是农用抗生素的一个新品种。它含有多种不同的抗生素组分，对多种植物病害具有防治效果。是中国农科院原子能利用研究所和云南热作所、四川抗菌素工业研究所以及江西农药厂等单位协作而成的。

我们在五十年代即已发现其菌种。当初用固体发酵的方法进行生产试用，对马铃薯晚疫病、苹果树腐烂病等均具良效。六十年代初，又进一步摸索其液体发酵和提取工艺，并发现它能进入红麻种子的胚肉，彻底杀灭潜伏的炭疽病菌，而不影响种子的发芽。它对光、热、酸、碱等环境因子均较稳定，在发酵过程中不易受杂菌污染，恰能符合于农用抗生素的要求。

1973年在海南岛防治橡胶树割面条溃疡病时，200单位多效霉素(混合膏剂)稀释液涂于接种的割面，均能100%地控制疫霉病菌的发展；而且当浓度提高十倍时，对胶树仍不出现药害，故被认为是安全理想的新农抗。1974—1976年在西双版纳进行了系统的研究观察，并在以后的几年通过百万株胶树的防治示范对比，充分证明：多效霉素的使用浓度较进口农药“溃疡净”(Antimucin)低5—8倍，其有效期长数天，平均防效超过15%左

右。在海南岛20余个农场(站)、40万株胶树的对比试验,也取得同样良好的效果。同时它对胶树安全,对胶乳产量和质量无不良影响。

经检定,多效霉素产生菌是放线菌的一个新变种,命名为不吸水链霉菌白灰变种(*St. ahygroscopicus* var. *incanus* n. var.)。是从我国广西的土壤中获得。

通过紫外光谱、红外光谱、质谱、核磁共振等仪器分析,发现多效霉素含有四种以上的不同抗生素组分。其中C组分抗生素稀释到一千万倍(0.1ppm),尚能控制橡胶树条溃疡病菌的生长,100单位浓度在剖面上应用,能取得理想的防治效果。它对炭疽病、黄萎病类的真菌,也有强烈的抑制作用。其他如B组分在苹果树、梨树上防治腐烂病的效果超过C组分,在树皮上从不出现药害;400单位浓度的药液涂于刮治的伤口,不仅防效高,且能促进伤口的愈合。多效霉素D组分对橡胶等炭疽病的防治效果较好,在室内外初步试验,药效超过“灭疽灵”。从菌丝体内提取的SE组分,对甘薯的茎线虫具有杀伤的性能,1000单位的药液浸薯秧一秒钟,田间病薯率显著减少,施药成本亦低。此外,它对柑桔青霉、小麦根腐、棉立枯及枯萎、葡萄白腐、苹果实腐等病菌都有较强的抑制作用。

经卫生部门毒性检测,C、B组分属于中等毒性,D、SE组分属于低毒。对动物的皮肤、眼膜无不良反应。其工业产品经多年应用,未发现对人畜中毒现象。

对茎、叶部病害,一般用30—60单位药液每亩20斤,以超低量喷雾进行防治,可获良效,既无药害,成本又低。

(五)杀蚜素

杀蚜素(原名26号杀虫素)是浙江省农科院1972年从天目山竹林土壤中分离的浅灰链霉菌杭州变种(*St. griseolus* var. *Hangzhouensis* n. var.)产生的孢内抗生素。经多年田间试验表明,杀蚜素对防治棉蚜、棉红蜘蛛、柑桔锈壁虱、苹果红蜘蛛

蛛等有较好的防治效果；并对棉田益虫安全，选择性强，是一种有希望的杀虫剂。

杀蚜素存在于菌丝体中，可用氢氧化钠或丙酮浸提，醋酸乙脂萃取，再以硅胶等进一步纯化，得微黄色蜡状杀蚜素 A。此物易溶于丙酮、甲醇、乙醇、醋酸乙脂、正己烷等有机溶剂，不溶于水，而溶于 pH12 以上的碱性水。

通过化学结构分析，杀蚜素 A 与日本报道的杀粉蝶菌素 (Piericinin) 有相似之处，但又有所不同。

用常规杯碟法测定杀蚜素 A 对各种微生物的抗菌作用，对黑曲霉、黄曲霉、米曲霉、粘红酵母等有很强的抑菌作用，最低抑菌浓度为 1—20 微克/毫升。

杀蚜素 A 7—15ppm 喷雾对菜粉蝶、粘虫的二龄幼虫和棉蚜、棉红蜘蛛等有强烈触杀活性；同时在 0.5ppm 以下的低浓度，对稻田蚂蝗、孑孓、红丝虫等也有极强的毒力。但对草蛉、七星瓢虫等天敌安全。大白鼠口服 LD_{50} 为 68mg/kg。

杀蚜素 A 在理化及生物学特性上与杀粉蝶菌素各有所不同，故可认为是一种新的抗生素。

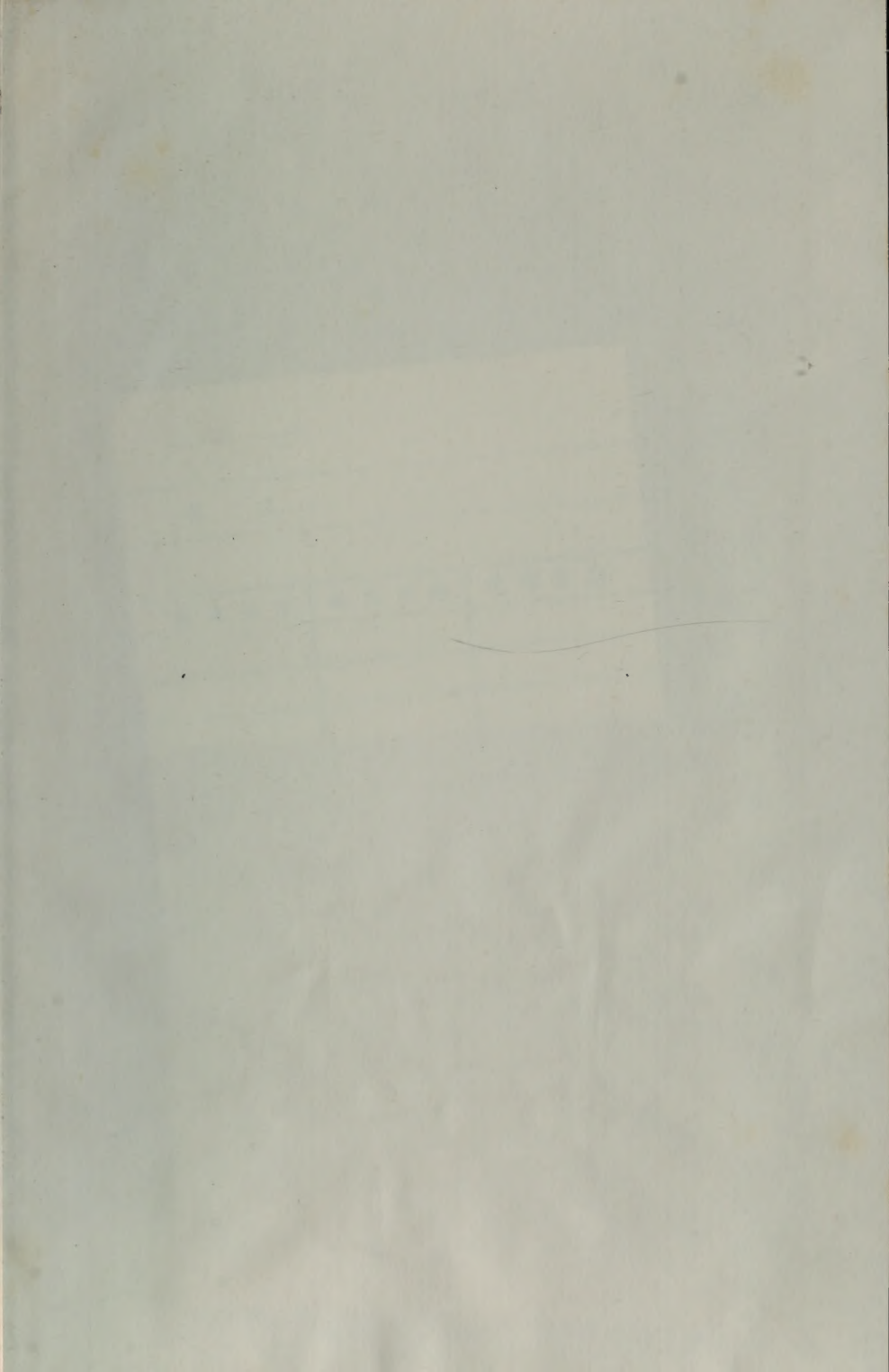
几年来，经三万多亩大面积示范试验表明，杀蚜素防治棉蚜在保证喷药质量的前提下，防效均可达 80% 以上；在棉、苹果红蜘蛛幼、若虫期喷药，防效亦可达 80% 以上，接近或略低于常用化学农药；在柑桔树上防治锈壁虱的效果远超化学农药亚胺硫磷。

由于对食虫蜘蛛、食虫瓢虫、草蛉、蚜茧蜂、食蚜蝇等天敌较为安全，尽管杀蚜素的残效期只有 3 天，但在山东聊城地区农科所大面积试验表明，5 月 26 日喷杀蚜素一次，控制蚜害有效期长达 20 多天，而同时喷化学农药磷胺、乐果等，只能维持 5—7 天。充分说明生物防治的优越性。

此外，新农抗“891”是广西农科院 1976 年筛选的防治稻瘟病的新品种。其生产菌是从广西龙胜县分离获得，是一个新种，

命名为龙胜链霉菌 (*St. longshengensis* n.sp.)。经提纯和理化性质的分析,证明“891”不同于所有抗稻瘟病的抗生素,而且抗菌谱很广,对动物的毒性很低(对小白鼠静脉注射 LD_{50} 为1574毫克/公斤);通过三年几十个点的防治试验,对稻瘟病的防效在70—80%之间,每亩比对照增产100—400斤,是一个极有希望的低毒新农抗。

S0017466



58.181

201

13058

书 名 中国生物防治的进展

借者姓名	借出日期	还书日期

013058

收到日期	85年4月15日
来源	24.52(15分)
书价	3.90
单据号	3715
开票日期	85.4.11

科技新书目 53—4

统一书号：16144·2640

定 价： 3.90 元